

# Analiza prometne signalizacije i opreme za povećanje sigurnosti motociklista na cestama

---

Huzjan, Petra

Master's thesis / Diplomski rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Transport and Traffic Sciences / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:119:434571>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-10-02**



Repository / Repozitorij:

[Faculty of Transport and Traffic Sciences - Institutional Repository](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti

**DIPLOMSKI RAD**

**ANALIZA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME ZA POVEĆANJE  
SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA NA CESTAMA**

**ANALYSIS OF TRAFFIC SIGNALLING AND ROAD EQUIPMENT  
USED TO INCREASE THE SAFETY OF MOTORCYCLISTS**

Mentor: prof. emer. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Studentica: Petra Huzjan

JMBAG: 0135219256

Zagreb, rujan 2022.

Zagreb, 25. veljače 2022.

Zavod: **Zavod za prometnu signalizaciju**  
Predmet: **Prometna signalizacija**

## DIPLOMSKI ZADATAK br. 6601

Pristupnik: **Petra Huzjan (0135219256)**  
Studij: **Promet**  
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Analiza prometne signalizacije i opreme za povećanje sigurnosti motociklista na cestama**

### Opis zadatka:

Prometna signalizacija, u kombinaciji s prometnom opremom, ima značajnu ulogu u upravljanju prometnim tokovima i održavanju sigurnosti prometnog sustava na zadovoljavajućoj razini. Jedna od najranjivijih sudionika u prometu su motociklisti. Velike brzine kretanja, koje su karakteristične za tu skupinu, vozno-dinamičke karakteristike samih motocikala kao i zahtjevnost pojedinih dionica prometnica često su prevelik izazov za vozače što često dovodi do prometnih nesreća sa značajnim posljedicama. Kako bi se umanjio rizik od nastanka prometnih nesreća i teških posljedica koje one sa sobom nose, u suvremenom se prometnom sustavu razvijaju brojna rješenja koja uključuju primjenu prometne signalizacije i prometne opreme koja ima za cilj zaštititi vozače motornih vozila na dva kotača.

Zadatak diplomskog rada je prikazati stanje sigurnosti motociklista i mopedista kroz analizu prometnih nesreća, prikazati osnovne značajke vozila i vožnje te analizirati postojeću prometnu signalizaciju i opremu koja se koristi u svrhu povećanja sigurnosti upravo te skupine sudionika u prometu.

Mentor:



---

prof. dr. sc. Anđelko Ščukanec

Predsjednik povjerenstva za  
diplomski ispit:

---

# ANALIZA PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA NA CESTAMA

## SAŽETAK

Motociklisti su uz pješake i bicikliste najranjivija skupina sudionika u prometu. Vožnja na motociklu atraktivna je za ljude različitih dobnih skupina, a posebice u ljetnom razdoblju kada je moguće voziti na dužim rutama zbog lijepog vremena. S obzirom na to da je motocikl u pravilu vozilo s jednim tragom, odnosno dva kotača, da je omjer snage motora i mase samog vozila takav da je moguće postizati velike brzine u vrlo kratkom vremenu te da vozač nije zaštićen karoserijom vozila, posljedice koje nastaju prilikom prometne nesreće su najčešće ozlijede, a vrlo često i smrt. Prometna oprema i signalizacija je dio cestovne infrastrukture kojom se komunicira sa sudionicima u prometu. Ovim radom prikazano je osnovno o prometnoj signalizaciji i opremi, stanje sigurnosti motociklista u svijetu i Hrvatskoj te postojeća prometna signalizacija i oprema koja se primjenjuje za povećanje sigurnosti motociklista. Naposljetku, prikazani su primjeri mjera koji su implementirani u Hrvatskoj na državnim cestama.

**KLJUČNE RIJEČI:** prometna signalizacija, prometna oprema, motocikl, motociklist, sigurnost

# ANALYSIS OF TRAFFIC SIGNALLING AND ROAD EQUIPMENT USED TO INCREASE THE SAFETY OF MOTORCYCLISTS

## SUMMARY

Along with pedestrians and cyclists, motorcyclists are the most vulnerable group of road users. Riding a motorcycle is attractive for people of different age groups, especially in the summer when it is possible to ride on longer routes due to the nice weather. Given that a motorcycle is usually a vehicle with one track, i.e., two wheels, that the ratio of engine power to the weight of vehicle itself is such that it is possible to reach high speeds in a very short time, and that the driver is not protected by the body of the vehicle, the most common consequences that arise when traffic accident occur are injuries, and very often death. Traffic equipment and signalling is part of the road infrastructure used to communicate with road users. This work shows the basics of traffic signalling and equipment, the state of motorcyclist safety in the world and in Croatia, and the existing traffic signalling and equipment that are used to increase the safety of motorcyclists. Finally, examples of measures implemented in Croatia on national roads are presented.

**KEY WORDS:** traffic signalling, traffic equipment, motorcycle, motorcyclist, safety

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. OSNOVNI POJMOVI O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI I OPREMI .....</b>	<b>2</b>
2.1. Prometni znakovi.....	3
2.1.1 Podjela prometnih znakova.....	5
2.1.2 Označavanje prometnih znakova .....	7
2.1.3 Reflektirajući materijali za izradu prometnih znakova.....	8
2.2. Prometna svjetla .....	9
2.3. Oznake na kolniku i drugim površinama .....	9
2.4. Prometna oprema ceste.....	11
<b>3. PREGLED SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA .....</b>	<b>13</b>
3.1. Sigurnost motociklista u svijetu .....	13
3.2. Sigurnost motociklista na području Europske unije.....	17
3.3. Sigurnost motociklista na području Ujedinjenog Kraljevstva.....	22
3.4. Sigurnost motociklista na području Sjedinjenih Američkih Država.....	24
3.5. Sigurnost motociklista u Republici Hrvatskoj .....	26
<b>4. OSNOVNE KARAKTERISTIKE UPRAVLJANJA MOTOCIKLOM .....</b>	<b>29</b>
4.1. Konstrukcijske karakteristike motocikala .....	30
4.2. Karakteristike upravljanja motociklom.....	31
<b>5. ANALIZA POSTOJEĆE PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA.....</b>	<b>34</b>
<b>6. PRIMJER PRIMJENE RJEŠENJA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA U REPUBLICI HRVATSKOJ.....</b>	<b>49</b>
<b>7. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>55</b>
<b>LITERATURA.....</b>	<b>56</b>

<b>POPIS SLIKA .....</b>	<b>63</b>
<b>POPIS TABLICA.....</b>	<b>64</b>
<b>POPIS GRAFIKONA.....</b>	<b>64</b>

# 1. UVOD

Vozači motocikala su jedna od najranjivijih skupina sudionika u prometu, uz pješake i bicikliste. Navedeno proizlazi iz tehničkih i vozno-dinamičkih karakteristika prometnog sredstva, odnosno motocikla. Također, ako vozač nije dovoljno iskusan, vrlo lako može doći do pogreške, a zbog dimenzija motocikla, teže ga je uočiti drugim vozačima. Uz navedeno, motociklisti imaju suženo vidno polje zbog nošenja kacige, a neki dijelovi ceste su motociklistima vrlo zahtjevni. Iako je neprilagođena brzina najčešći uzročnik prometnih nesreća, osim brzine veliki utjecaj imaju kvaliteta pneumatika motocikla, koeficijent otpora klizanja kolnika i dr. Prednosti ovog moda prometa su manje zauzeće kapaciteta prometnice, manja površina parkiranja, smanjen negativni utjecaj na okoliš, manja potrošnja i sl. Prometne nesreće s motociklistima najčešće imaju vrlo ozbiljne posljedice za vozače, odnosno suvozače istih. Budući da je cestovna infrastruktura jedan od čimbenika koji utječe na nastanak i posljedice prometnih nesreća, pa tako i onih koje uključuju motocikliste, jedan od načina eliminacije prometnih nesreća ili ublažavanja posljedica istih leži u pravilnom oblikovanju ceste, odnosno primjeni prometne opreme i signalizacije, što je osnovno sredstvo komunikacije između upravitelja ceste i njenih korisnika.

Cilj ovog diplomskog rada je prikupiti i analizirati podatke o stanju sigurnosti te o postojećim rješenjima iz skupine prometne signalizacije i opreme koja se koriste u svrhu povećanja sigurnosti motociklista u svijetu i u Republici Hrvatskoj. Svrha rada je utvrditi koja su najčešće korištene grupe primijenjene prometne signalizacije i opreme, na koji način se koriste te u kojoj mjeri ta rješenja utječu na povećanje sigurnosti.

Navedeno je razrađeno kroz sedam poglavlja. Prvo poglavlje je uvodno, a slijedi poglavlje koje općenito pojašnjava pojmove prometne opreme i signalizacije. Treće poglavlje odnosi se na pregled sigurnosti motociklista u svijetu, Europi i u Hrvatskoj, što je prikazano kroz analizu povijesnih podataka o prometnim nesrećama, kao i o primjeni nekih preporuka zakonskih normi u funkciji povećanja sigurnosti motociklista u različitim zemljama. Četvrto poglavlje prikazuje osnovne konstrukcijske karakteristike motocikla te karakteristike upravljanja motociklom. Peto poglavlje je pregled postojećih rješenja za povećanje sigurnosti motociklista iz sfere prometne signalizacije i opreme, a u šestom poglavlju prikazana je primjena nekih mjera na primjeru državnih cesta u Hrvatskoj. Sedmo poglavlje je zaključno.

## **2. OSNOVNI POJMOVI O PROMETNOJ SIGNALIZACIJI I OPREMI**

Porastom broja cestovnih motornih vozila porastao je broj migracija stanovništva što dovodi do znatnog porasta poteškoća u prometu, kao što je zagušenost prometnog toka, porast broja prometnih nesreća i opasnih mjesta na cesti te produljenje trajanja putovanja. Javlja se potreba za jasnom regulacijom pravila i propisa na cesti koja se postiže upotrebom standardizirane prometne signalizacije i opreme na cesti.

Prva međunarodna Konvencija o cestovnom i automobilskom prometu je održana 1909. godine u Parizu te su na njoj definirani prvi međunarodni propisi glede ujednačavanja prometne signalizacije, odnosno definirani su osnovni oblici prometnih znakova [1]:

- a) Znakovi opasnosti – oblik: istostranični trokut s vrhom okrenutim prema gore
- b) Znakovi izričitih naredbi – oblik: krug
- c) Znakovi obavijesti – oblik: pravokutnik.

Nakon Konvencije u Parizu, uslijedio je niz konvencija koje su davale preporuke u smislu propisivanja univerzalne prometne signalizacije i opreme na cesti bez tekstualnih oznaka, ponajprije zbog jezičnih barijera. Univerzalna prometna signalizacija i oprema na cesti dovodi do povećanja razumljivosti, lakšeg snalaženja u prometu i povećanja sigurnosti svih sudionika u prometu [2].

Prometna signalizacija i oprema na cestama, pravilnom implementacijom i obilježavanjem, mora osigurati povećanje protoka i propusne moći ceste te sigurnosti za sve sudionike u prometnom procesu. U Republici Hrvatskoj prometna signalizacija i oprema, njihova namjena, vrsta, značenje, oblik, boja, dimenzije, karakteristike i postavljanje definirani su Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/2019). Prema Pravilniku (NN 92/2019), prometni znakovi, signalizacija i oprema na cestama su sredstva i uređaji koji sudionike u prometu upozoravaju na opasnost, definiraju zabrane, ograničenja i obaveze te pružaju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan promet [3]. Nadalje, prema Pravilniku (NN 92/19), prometna signalizacija i oprema objedinjuje sredstva i uređaje koji sudionike u prometu upozoravaju na opasnost, definiraju zabrane, ograničenja i obaveze te pružaju potrebne obavijesti za siguran i nesmetan promet [3]. Prometna signalizacija i oprema predstavljaju odredbe koje se odnose na sve sudionike u prometu, osim ako na njima izričito nije naznačeno



drugačije. Prometna signalizacija i oprema imaju neke razlike s obzirom na zemlje u kojima se nalaze. Bit je da ti elementi budu jednoznačni, jasni, uočljivi i da ne ometaju prometni tok.

Provedbom smjernica i zakonskih odredaba o prometnoj signalizaciji i opremi povećava se sigurnost prometa i prometna kultura sudionika u prometnom procesu što doprinosi kvalitetnijem odvijanju istog.

## **2.1. Prometni znakovi**

Prometni znakovi su skup posebno kodiranih znakova namijenjenih sudionicima u prometu. Prometni znakovi su osnovno sredstvo komunikacije između cesta i sudionika u prometu, gdje oni imaju ulogu tehničkih sredstava za reguliranje i usmjeravanje kretanja i za označavanje opasnih mjesta po prometnoj mreži te su mu osnovne funkcije upravljanje, reguliranje, usmjeravanje i informiranje. Znakovima je potrebno bilježiti opasnosti privremenog karaktera, oštećenja cesta i područja privremenih radova te ih je potrebno odmah po okončanju razloga njihovog postavljanja ukloniti kako bi se izbjegle dodatne smetnje i dvosmislenost u prometu [1], [4].

Prometni znakovi moraju zadovoljiti osnovne zahtjeve, a to su zahtjev čitljivosti, zahtjev razumljivosti, zahtjev jednoobraznosti, zahtjev uniformnosti, zahtjev jednakosti, zahtjev kontinuiranosti, zahtjev uočljivosti i zahtjev konstantnosti. Prometni znakovi moraju privući pozornost sudionika u prometu te dati jasne i nedvosmislene informacije koje sudionici u prometu moraju poštovati, a mogu biti sa stalnim ili privremenim značenjem. Postavljaju se na temelju prometnog elaborata te se znakovi s vremenom održavaju, uklanjaju ili nadopunjuju sukladno važećim zakonima, smjernicama i normama. Prometni znakovi koji se postavljaju na području Republike Hrvatske, uz ispunjavanje odredaba iz hrvatskih zakona i propisa, moraju zadovoljavati i ispunjavati sve zahtjeve Europske unije, odnosno imati oznaku CE [3].

Vozači prometni znak percipiraju vizualno, stoga je bitno da su postavljeni na vidljivom mjestu te da se mogu pravodobno uočiti i da se može prepoznati njihovo značenje te uskladiti ponašanje na temelju informacije koju daje znak. Površina stalnih prometnih znakova izrađuje se od reflektirajućih materijala najmanjeg koeficijenta retrorefleksije razreda *RA1*, dok se za autoceste i ceste namijenjene isključivo prometu motornih vozila površina prometnih znakova izrađuje od reflektirajućih materijala najmanjeg koeficijenta retrorefleksije razreda *RA2* kao i za prometne znakove koji se postavljaju s lijeve strane kolnika ili iznad kolnika na mjestima gdje cesta nije osvijetljena javnom rasvjetom, no ukoliko je područje ceste osvijetljeno javnom

rasvjetom znakovi koji se postavljaju izrađuju se od retroreflektirajućeg materijala razreda propisanog za pojedini prometni znak. Za neke prometne znakove je propisan minimalan razred koeficijenta retrorefleksije, neovisno o lokaciji i načinu postave. Ako je potrebno naglasiti važnost prometnog znaka, isti može biti izrađen na kontrastnoj pravokutnoj ili kvadratnoj ploči bijele ili fluorescentno žuto-zelene boje razreda *RA3*. Kontrastna ploča i znak moraju biti istog razreda koeficijentata retrorefleksije. Kromatične vrijednosti i svjetlosni faktor novih prometnih znakova moraju odgovarati klasi *CR2*, sukladno normi *HR EN 12899-1* ili relativnom europskom tehničkom dopuštenju. Zahtijevane koeficijente retrorefleksije i kromatičnosti boja postavljenih znakova potrebno je provjeriti u roku od 10 godina, tj. prije isteka garantnog roka ili u bilo kojem slučaju utvrđivanja vizualnim pregledom, a mora se zamijeniti kada navedena reflektirajuća svojstva i/ili kromatične vrijednosti ne zadovoljavaju propisane razrede kvalitete [1], [3].

Prometni znakovi se na cestama izvan naselja postavljaju na visini od 1,2 do 1,5 m, osim nekolicine zakonom istaknutih znakova, koji se postavljaju na visini od 0,8 do 1,2 m. U naseljima se znakovi postavljaju na visini od 0,3 do 2,2 m, a u slučajevima postavljanja znaka iznad kolnika, minimalno na visini od 4,5 m, a najčešće 5 m. Horizontalni razmak između ruba prometnog znaka i ruba kolnika iznosi minimalno 0,3 m u naselju, odnosno 0,5 m izvan naselja, te 0,25 m od biciklističke staze, a najviše do 1,5 m na autocestama i brzim cestama [3].

Prometna signalizacija i oprema u Republici Hrvatskoj razlikuje se u dimenzijama s obzirom na cestu gdje se postavljaju. Tablicom 1 prikazana je podjela prometnih znakova na temelju oblika, vanjskih dimenzija znaka, ceste i cestovnih elemenata gdje se postavljaju prema *Pravilniku* [3]. Prometni znakovi na autocestama i brzim cestama većih su dimenzija zbog razvoja velikih brzina na tim cestama. Pri velikim brzinama horizontalno vidno polje vozača se sužava te je vozaču teško uočiti prometne znakove malih dimenzija, gdje dolazi do mogućeg zanemarivanja prometnog znaka što bi moglo stvoriti probleme u prometu i ugroziti sigurnost sudionika u prometu na cesti i zato se u tim situacijama postavljaju znakovi većih dimenzija. U tunelima, na galerijama i u javnim garažama postavljaju se znakovi manjih dimenzija zbog oskudijevanja prostorom.

Tablica 1. Podjela oblika prometnih znakova prema cestama i cestovnim elementima

OBLIK PROMETNOG ZNAKA [mm]	AUTOCESTE I BRZE CESTE	OSTALE JAVNE CESTE I GLAVNE GRADSKKE PROMETNICE	OSTALE CESTE I PROMETNE POVRŠINE	TUNELI, GALERIJE, JAVNE GARAŽE
JEDNAKOSTRANIČAN TROKUT ( $a \times a \times a$ )	1200×1200×1200	900×900×900	600×600×600	400×400×400
OSMEROKUT (znak „STOP“)	900	600	600	400
KRUG ( $D$ )	Ø900	Ø 600	Ø 400	Ø 300
KVADRAT ( $a \times a$ )	900×900	600×600	400×400	300×300
PRAVOKUTNIK ( $a \times b$ )	900×1350	600×900	400×600	300×450

Izvor: izradio autor prema [3]

### 2.1.1 Podjela prometnih znakova

Podjela prometnih znakova ovisi o njihovim karakteristikama te se oni mogu podijeliti prema funkciji, obliku, veličini, boji, vrsti retroreflektirajućeg materijala, načinu izrade, stalnosti informacija na znaku itd.

Podjela prometnih znakova prema njihovoj funkciji prema Pravilniku (NN 92/2019) u RH glasi [3]:

- a) Znakovi opasnosti
- b) Znakovi izričitih naredbi
- c) Znakovi obavijesti
- d) Znakovi obavijesti za vođenje prometa
- e) Dopunske ploče
- f) Promjenjivi prometni znakovi.

Znakovi opasnosti se postavljaju u blizini dijela ceste ili mjesta na kojem sudionicima u prometu prijete ugroza, a postavljaju se na udaljenosti od 150 do 250 m ispred same opasnosti. Imaju oblik istostraničnog trokuta, čiji je vrh okrenut prema gore, osim znakova Andrijinog križa, te približavanja željezničko-cestovnom prijelazu. Osnovna boja znakova opasnosti je bijela, a simboli su crne boje sa rubovima trokuta crvene boje. s iznimkom znaka koji označava blizinu mjesta na kojem se izvode radovi na cesti, čija je osnovna boja žuta. Ukoliko se znakovi opasnosti postavljaju na udaljenosti manjoj od 150 m ili većoj od 250 m od opasnog mjesta ili dionice, zbog nepreglednosti ili većih dopuštenih brzina, tada uz znakove opasnosti, radi

sigurnosti u prometu, moraju biti pridružene i dopunske ploče na kojima se označuje točna udaljenost od opasnog mjesta [3].

Znakovi izričitih naredbi, svim sudionicima u prometu stavljaju na znanje zabrane, ograničenja i/ili obveze, direktno na dijelu ceste gdje započinje postupanje prema izričitoj naredbi, osim ako je zbog loše preglednosti ili drugih razloga, drugačije navedeno dopunskom pločom. Znakovi izričitih naredbi moraju se ponovno postaviti nakon svakog raskrižja s nekom drugom cestom, ukoliko jedna te ista izričita naredba vrijedi i nakon prolaska kroz takvo raskrižje. Znakovi izričitih naredbi su kružnog oblika, s iznimkom znaka obaveznog zaustavljanja i znaka raskrižja s cestom s prednošću prolaska, osnova boja znakova zabrane je bijela, s crvenim rubovima i simbolima crne boje, dok je osnovna boja znakova obaveze plava, uz bijele simbole. Izričita naredba izražena prometnim znakom zabrane, ograničenja ili obaveze, postavljenim na ulazu u naselje na istom stupu na kojem je postavljen i znak za obilježavanje naseljenog mjesta, vrijedi na cjelokupnom području naselja, ako na pojedinim cestama ili dijelovima ceste nije znakom izražena neka druga naredba, te se ujedno odnosi i na sve ostale cestovne građevine u naselju [3].

Znakovi obavijesti pružaju potrebite informacije o cesti kojom se sudionici u prometu kreću, o nazivima mjesta kroz koja prometnica prolazi i udaljenostima do ostalih naseljenih mjesta, prestanku važenja znakova izričitih naredbi i dr. Postavljaju se tako da sudionicima u prometu daju prethodne obavijesti, primjerice o preustrojanju, skretanju ili smjeru kretanja, te da označe objekt, ulicu ili dijelove ceste na koje se odnose. Znakovi obavijesti imaju oblik kvadrata, pravokutnika, romba ili kruga, a osnovna boja znakova obavijesti je žuta sa simbolima i natpisima crne boje, plava sa simbolima i natpisima bijele, crne, crvene ili zelene boje, zelena sa simbolima i natpisima bijele boje. bijela sa simbolima i natpisima crne, crvene ili plave boje, a iznimno, znakovi obavijesti mogu biti i narančaste boje ukoliko se primjenjuju za označavanje privremenog preustrojanja prometa obilaznim pravicima na putokazu, trakama za privremeno prekrivanje postojećih znakova ili predznaku za ručno upravljanje prometom [3].

Znakovi obavijesti za vođenje prometa obavješćuju sudionike u prometu o pružanju cestovnih smjerova, rasporedu odredišta i vođenju prometa prema tim odredištima, raskrižjima i čvorištima na određenom smjeru ceste i njihovim udaljenostima. Obavješćivanje sudionika u prometu o prometnim pravicima provodi se prometnim znakovima obavijesti za vođenje prometa u pet stupnjeva, i to: I prethodno obavješćivanje, II obavješćivanje o smjeru kretanja,

III obavješćivanje o prestrojavanju, IV obavješćivanje o skretanju, V potvrdno obavješćivanje. Svih pet stupnjeva znakova obavijesti za vođenje prometa se mora postaviti na autocestama, brzim cestama i cestama s raskrižjima u više razina. Na relevantnim raskrižjima državnih i županijskih cesta, mora se postaviti najmanje drugi i četvrti stupanj, a i treći ukoliko je cesta s tri i više prometnih traka. Na mjerodavnim raskrižjima svih ostalih prometnica, mora se postaviti najmanje četvrti stupanj obavijesti [3].

Dopunske ploče pobliže određuju značenje prometnih znakova, a mogu biti postavljene uz znakove opasnosti, znakove izričitih naredbi, znakove obavijesti i znakove obavijesti za vođenje prometa. Iznimno, pravna osoba koja održava cestu, te policija, u određenim uvjetima mogu postavljati privremene dopunske ploče, koje se nakon prestanka pravovaljanog razloga postavljanja, moraju ukloniti. Osnovna boja dopunskih ploča je bijela, dok su natpisi i simboli na njoj crni [3].

Promjenjivi prometni znakovi koriste se za povećanje sigurnosti u prometu. Njima se može vrlo učinkovito i brzo upravljati iz centra za nadzor prometa, i time adekvatno riješiti potencijalne poteškoće nastale prilikom odvijanja prometnog procesa. Prema načinu izvedbe, promjenjivi prometni znakovi mogu biti kontinuirani i nekontinuirani. Kontinuirani su oni promjenjivi prometni znakovi koji su izgledom identični kao i stalni prometni znakovi, a razlika je u tome da uporabom elektromehaničkih sredstava mogu prikazivati različite poruke. Kod nekontinuiranih promjenjivih znakova postoji mogućnost inverzije boja i jednostavan prikaz simbolike u usporedbi sa stalnim prometnim znakovima. Mogu se izvesti u tehnologiji: optičkih vlakana, svjetlosnih polja implementiranih na standardne znakove, svjetlećih LED dioda, tekućih kristala (LCD) [3].

### **2.1.2 Označavanje prometnih znakova**

Poledina podloge prometnog znaka je sive boje (RAL 9006) i bez sjaja, a na poledini prometni znak mora biti obilježen trajnom i vidljivom identifikacijskom oznakom koja mora sadržavati minimalno sljedeće podatke [3]:

- a) Simbol CE
- b) Dvije posljednje znamenke godine u kojoj je prvi put bila stavljena određena oznaka CE
- c) Naziv i registriranu adresu proizvođača
- d) Jedinstvenu identifikacijsku oznaku vrste proizvoda
- e) Referentni broj izjave o svojstvima

- f) Uputu na usklađenu tehničku specifikaciju (broj i datum norme)
- g) Identifikacijski broj ovlaštenog tijela
- h) Namjeravanu uporabu
- i) Mjesec i godinu proizvodnje

Web-mjesto na kojem se nalazi izjava o svojstvima.

### 2.1.3 Reflektirajući materijali za izradu prometnih znakova

Zbog potreba vidljivosti noću i u uvjetima smanjene vidljivosti dolazi do potrebe za korištenjem materijala kod izrade prometnih znakova koji će omogućiti da su oni dovoljno vidljivi u navedenim uvjetima.

Za izradu prometnih znakova primjenjuju se tri tipa retroreflektirajućih materijala [1]:

- a) Materijal Klase I – *Engineer Grade*
- b) Materijal Klase II – *High Intensity Grade*
- c) Materijal Klase III – *Diamond Grade*.

Materijal klase I – *Engineer Grade* se sastoji od zaštitnog sloja ljepila i nosivog sloja na čijem je vrhu tanki reflektirajući sloj iznad kojega se nalazi međuovojnica u koju su uvezene staklene perle. S prednje strane materijala nalazi se tanki prozirni sloj koji sprečava kontakt zraka i atmosferilija sa staklenim perlama te taj sloj daje pigment materijalu. Iako se kod ovih materijala koristi i sferična retrorefleksija, danas se uglavnom izrađuje od trajnog materijala s mikroprizmama oblikovanih u prozirnoj sintetskoj smoli koje su hermetički zatvorene. Znakovi izrađeni od materijala klase I primjenjuju se u području slabijeg intenziteta prometa s manjim brzinama vožnje i jamstvo takvih znakova je 7 godina [1].

Materijali klase II – *High Intensity Grade* sadrže učahurene staklene mikrokuglice koje su nalijepljene na plastični nosivi sloj, a njihov gornji dio se nalazi u zraku napunjenoj kapsuli koja je zatvorena tankim prozirnim gornjim slojem jer se na taj način smanjuje lom svjetlosti. Danas se materijal klase II izrađuje s mikroprizmama te je jamstvo takvih znakova 10 godina. Materijal klase II se primjenjuje na znakovima koji se postavljaju na autocestama i brzim cestama te se primjenjuje kod znakova velike važnosti sa stajališta sigurnosti prometa [1].

Materijal klase III – *Diamond Grade* ima najveću snagu retrorefleksije od svih materijala te se čitav proces temelji na refleksiji svjetlosti od površine mikroprizmi što dovodi do smanjenja nepotrebnih gubitaka svjetla. Prometni znakovi koji su izrađeni materijali klase III omogućuju

dobru vidljivost u svim vremenskim uvjetima. Materijal klase III se dijeli na četiri tipa reflektirajuće folije, a to su: *V.I.P.*, *L.D.P.*, *Fluorescent*, *Diamond Grade Cubed (DG<sup>3</sup>)* [1].

## **2.2. Prometna svjetla**

Prometna svjetla primjenjuju se radi regulacije prometa u urbanim sredinama gdje dolazi do velikog priljeva cestovnih vozila na raskrižjima. Postavljaju se u svrhu smanjenja broja konfliktnih točaka, osiguranja propusne moći i osiguranja dovoljne razine sigurnosti za prolazak pješaka, biciklista i motornih vozila raskrižjima [5].

Za upravljanje prometom upotrebljavaju se tehnički uređaji kojima se daju prometni znakovi prometnim svjetlima crvene, žute i zelene boje, odnosno semafori, te se upotrebljavaju kao svjetlosni znak koji može biti neprekidan ili prekidan (trepćući). Prometna svjetla obuhvaćaju [3]:

- a) Prometna svjetla za upravljanje prometom
- b) Prometna svjetla za upravljanje prometom pješaka i biciklista
- c) Prometna svjetla za upravljanje javnim gradskim prometom
- d) Prometna svjetla za upravljanje cestovnim prometom na prijelazu ceste preko željezničke pruge
- e) Prometna svjetla za upravljanje prometom i označavanje mjesta radova i zapreka na cesti.

Prometna svjetla postavljaju se s desne strane kolnika u smjeru vožnje, na visini od 2,2 do 3,5 m ili iznad kolnika na visini ne manjoj od 4,5 m niti višoj od 5,5 m. Uz prometna svjetla, može se postaviti i uređaj koji u sekundama odbrojava preostalo vrijeme trajanja crvenog ili zelenog svjetla. Raspoznavanje vremena trajanja zelenog ili crvenog svjetla na uređaju za odbrojavanje, vrši se tako da su brojevi zelene boje za vrijeme trajanja zelenog svjetla, odnosno crvene boje, za slučaj trajanja crvenog svjetla na semaforskom uređaju [6].

## **2.3. Oznake na kolniku i drugim površinama**

Oznake na kolniku su dio prometne signalizacije koje daju informacije vezane uz vizualno vođenje sudionika u prometu i upravljanje prometom te su neizostavan element suvremenih kolničkih površina. Oznake na kolniku sastoje se od kombinacija crta, natpisa i simbola koji se izводе od različitog materijala, boja i debljina [1].

Osnovi zadaci primjene oznaka na kolniku su upozoravanje na stanje i situaciju u prostoru ispred vozila, vođenje vozača do njihova cilja putovanja, informiranje vozača o zakonskim ograničenjima i pomoć pri reguliranju prometa na optimalan način. Osnovni razlozi za primjenu oznaka na kolniku na osnovu njihove funkcionalne raznovrsnosti su [1]:

- a) Upućivanje sudionika u prometu na tok ceste i označavanje ceste u odnosu na okruženje
- b) Upozoravanje sudionika u prometu na posebne i/ili opasne pojave ili mjesta na određenim dijelovima prometnice
- c) Definiranje namjene prometne površine
- d) Ograničenje pristupa određenim kolničkim trakama
- e) Osiguravanje vođenja prometa na raskrižjima
- f) Nadopuna informacijama koje su dane prometnim znakovima
- g) Prenošnje pisanih informacija.

Oznake na kolniku mogu biti privremene ili stalne, gdje su privremene namijenjene označavanju radova na cesti ili označavanju privremenih opasnosti na cesti i njih je odmah nakon završetka radova potrebno ukloniti da ne dođe do zbunjivanja sudionika u prometnom procesu. Postavljaju se isključivo na cestama sa suvremenim kolnikom i to na njegov površinski dio ili se ugrađuju u sam kolnik i ne smiju biti više od 6 mm iznad razine kolnika, osim u iznimnim slučajevima (oznake Tipa II), niti povećavati njegovu sklizavost. Osnova boja oznaka na kolniku je bijela, no određene oznake mogu biti žute, zelene, crvene, plave, crveno-bijele i crno-bijele boje te su one definirane Pravilnikom o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19). Oznake na kolniku i drugim površinama su [3]:

- a) Uzdužne oznake
- b) Poprečne oznake
- c) Ostale oznake na kolniku i objektima uz rub kolnika.

Uzdužne oznake na kolniku izvode se kao pune, isprekidane te dvostruke, koje mogu biti dvostruke pune, dvostruke isprekidane i dvostruke kombinirane. Uzdužne oznake se još mogu podijeliti na razdjelne crte i rubne crte. Poprečne oznake su oznake koje se postavljaju okomito ili pod malim kutom u odnosu na os ceste, te su to crte zaustavljanja, kose crte, graničnici, pješački prijelazi i prijelazi biciklističke staze preko kolnika, a obilježavaju se punim ili isprekidanim crtama. Ostale oznake na kolniku i objekti uz rub kolnika su strelice, polja za usmjeravanje prometa, crte usmjeravanja, natpisi, oznake za označavanje prometnih površina za posebne namjene, oznake za obilježavanje mjesta za parkiranje i uzdužne oznake, elementi



konstrukcije i opreme javnih cesta i drugih predmeta za označavanje mjera prometnog toka ili slobodnog profila i evakuacijske crte [3].

Oznake na kolniku, s obzirom na retroreflektirajuća svojstva, dijele se na Tip I i Tip II. Oznake na kolniku Tipa I izvode se u pravilu bojom, minimalne debljine suhog sloja od 220  $\mu\text{m}$  te se u pravilu koriste za označavanje cesta klase prometnog opterećenja P4 i P5 (PGDP < 10.000). Oznake na kolniku Tipa II se izvode bojom minimalne debljine suhog sloja od 330  $\mu\text{m}$ , plastičnim materijalima minimalne debljine sloja 2.000  $\mu\text{m}$  ili tvornički izrađenim trakama. U pravilu se oznake Tipa II koriste za označavanje cesta klase prometnog opterećenja P6 (PGDP > 10.000) te se njihova upotreba preporuča i na cestama koje karakterizira povećani broj prometnih nesreća, loša preglednost, učestala vlažnost, magla i ostali specifični uvjeti [3].

Kod oznaka na kolniku koristi se isključivo sferična retrorefleksija koja ovisi o nizu čimbenika, kao što su kvaliteta retroreflektirajućih materijala, količina retroreflektirajućih materijala po  $\text{m}^2$ , stupanj utiskivanja retroreflektirajućih materijala (staklenih perli), gustoća retroreflektirajućeg materijala na površini materijala oznake, način raspodjele retroreflektirajućeg materijala po površini oznake, odnos između veličine retroreflektirajućeg materijala i sloja oznake, viskozitet materijala oznake i uvjeti okoline. Kvaliteta staklenih perli sfernog oblika ovisi o indeksu loma, granulaciji, okruglosti, boji i čistoći i kemijskom premazu, a označuju se certifikacijskim listom. Utisnuće perli optimalno iznosi 50-60% volumena perli. Na gustoću i raspodjelu perli utječe visina pištolja za nanošenje materijala i perli, razmak između pištolja, vanjski uvjeti i viskozitet materijala [1].

Na kvalitetu vidljivosti oznaka na kolniku utječu dizajn oznaka na kolniku, vremenski uvjeti na cestama, tip vozila i kvaliteta svjetala, stanje vozača, kvaliteta retroreflektirajućeg materijala i način izvođenja oznaka [1].

## **2.4. Prometna oprema ceste**

Oprema na cesti se odnosi na [3]:

- a) Opremu za označavanje ruba kolnika
- b) Opremu za označavanje vrha prometnog otoka
- c) Opremu, znakove i oznake za označavanje zavoja, radova, zapreka i oštećenja kolnika
- d) Opremu za vođenje i usmjeravanje prometa u zoni radova na cesti, zapreka, privremenih opasnosti i oštećenja kolnika
- e) Branike i polubranike

- f) Prometna zrcala
- g) Zaštitne odbojne ograde
- h) Opremu protiv zasljepljivanja
- i) Zaštitne žičane ograde
- j) Pješačke i biciklističke ograde
- k) Ublaživače udara
- l) Opremu za ručno upravljanje prometom
- m) Pokazivače smjera vjetra
- n) Mjerne, upravljačke i nadzorne uređaje.

Oprema za označavanje ruba kolnika sastoji se od smjerokaznih stupića, smjerokaznih oznaka, retroreflektirajućih oznaka i štapova za snijeg. Oprema za označavanje vrha prometnog otoka sastoji se od ploče za označavanje prometnog otoka, opreme za označavanje razdjelnog otoka, ploče za označavanje vrha prometnog otoka i ploča za označavanje vrha prometnog otoka. Oprema, znakovi i oznake za označavanje zavoja, radova, zapreka i oštećenja kolnika su ploče za označavanje na cesti, ploče za označavanje zavoja na cesti, ploče za označavanje posebno opasnog zavoja na cesti, ploče za označavanje bočne zapreke, stožac, branik za označavanje zapreka, ploče za obilježavanje mjesta izvođenja radova na cesti ili oštećenja kolnika s treptačem, signalne ploče za označavanje mjesta gdje je prometni trak zatvoren, signalne ploče za obilježavanje mjesta sužavanja kolnika, signalne ploče za označavanje mjesta radova na cesti i mjesta gdje je zadan smjer ili način prestrojavanja prometa i svjetlosni niz. Oprema za vođenje i usmjeravanje prometa u zoni radova na cesti, zapreka, privremenih opasnosti i oštećenja kolnika sastoji se od montažnih rubnjaka, markera za razdvajanje smjerova vožnje, zavjesica ili traka, privremenih razdvajajućih ograda i rastezljive i složive ograde. Oprema za ručno upravljanje prometom obuhvaća zastavice i okrugle ploče [3].

### **3. PREGLED SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA**

Motociklisti pripadaju u ranjivu skupinu sudionika u prometu, uz pješake i bicikliste. Razlog tome je sama konstrukcija motocikla koja ne štiti vozača i suvozača od ozljeda prilikom prometne nesreće. Motocikl se definira kao motorno vozilo s dva kotača čiji je radni obujam motora veći od 50 cm<sup>3</sup> s bočnom prikolicom ili bez nje, koji na ravnoj cesti može dosegnuti brzinu veću od 45 km/h. Motocikl je s godinama razvoja i usavršavanja postao primjerena zamjena automobilima te se, sukladno razvoju, povećavala njegova udobnost i sigurnost. Motocikli se razlikuju izgledom i izvedbom, ali osnovna funkcija i ograničenja su ostala ista. Prema Zakonu o sigurnosti prometa na cestama (NN 85/22) motocikli moraju biti osvijetljeni s prednje strane minimalno jednim bijelim ili žutim svjetlom, a sa stražnje strane minimalno s jednim crvenim svjetlom, na motociklu tijekom dana mora biti upaljeno kratko svjetlo tijekom cijele godine. Ukoliko se kreće više od jednog motocikla cestom, dužni su se kretati jedan iza drugog. Motociklist ne smije tokom vožnje skinuti istodobno obje ruke s upravljača, pridržavati se za drugo vozilo, vući ili gurati predmete koji bi mogli ometati ostale sudionike u prometu. Motociklist kao vozač, kao i osoba koja se prevozi tim vozilom, mora za vrijeme vožnje cestom nositi propisanu i uredno pričvršćenu kacigu i propisanu sigurnosnu opremu [6].

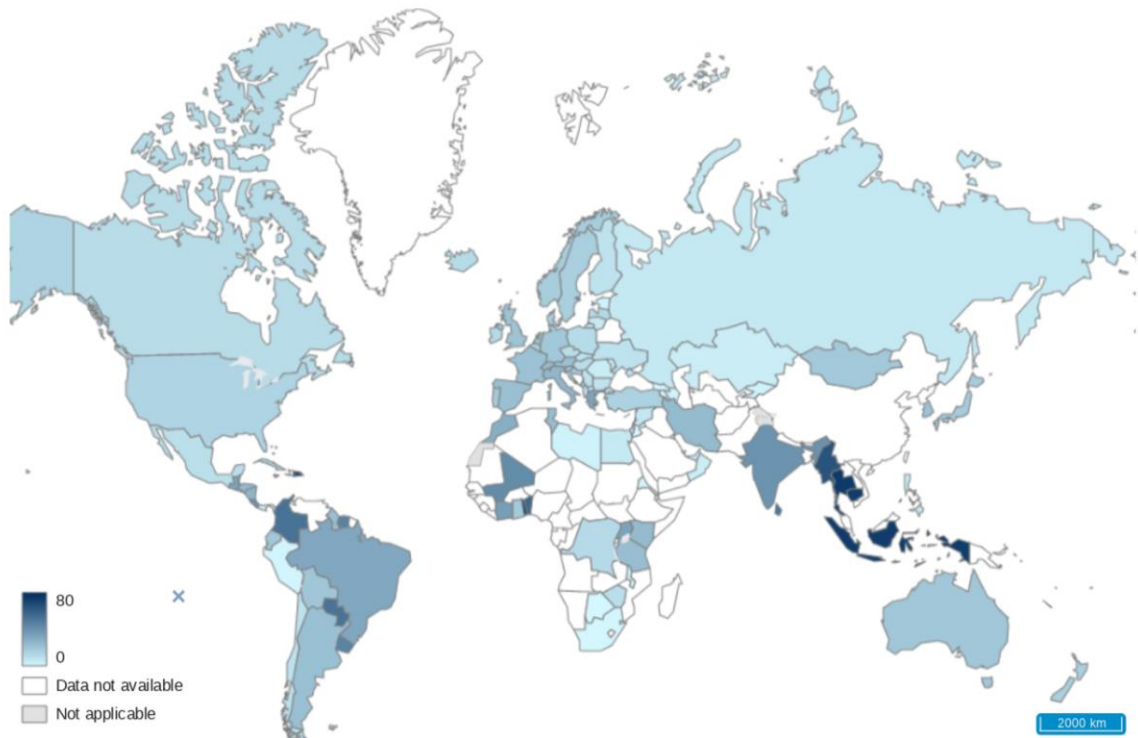
Motocikli u usporedbi s automobilima imaju manji kontakt s podlogom, što znatno smanjuje silu trenja, posebice u horizontalnim zavojima. Motociklisti imaju potrebu za naginjanjem u horizontalnom zavoju te se kod tog procesa pneumatici ne troše jednako. Kako bi se povećala sila prijanjanja kod motociklista i kako bi se mogla prenijeti sila ubrzanja na kolnik, stražnji pneumatik mora biti širi od prednjega, a kako bi se moglo upravljati motociklom u horizontalnom zavoju, prednji pneumatik mora biti uži [7].

U nastavku je prikazan pregled sigurnosti motociklista iz cijelog svijeta, kroz statističke i druge povijesne podatke.

#### **3.1. Sigurnost motociklista u svijetu**

Motociklisti su najranjivija skupina sudionika u prometu, uz pješake i bicikliste te je pojam njihove sigurnosti potrebno što češće analizirati i dograđivati. Sigurnost motociklista nije na istoj razini u svim zemljama svijeta, što je logično zbog različitog intenziteta razvoja pojedinih zemalja, pa je sukladno tome različit i stupanj motorizacije u pojedinim zemljama.

Slika 1 prikazuje raspodjelu smrtnosti motociklista u svijetu (vozač i suvozač su uključeni), prema podacima Svjetske zdravstvene federacije (WHO). Prema dostupnim podacima, ilustracija prikazuje kako je najveći udio u jugoistočnoj Aziji, Indiji i Južnoj Americi.



Slika 1. Distribucija smrtno stradalih sudionika u prometu na motorna dva ili tri kotača  
Izvor: [8]

Motocikli se sve više primjenjuju u svakodnevnoj upotrebi te velikom broju motociklista, uz sredstvo za rekreaciju, služe i kao primarno sredstvo prijevoza. Vođeni tim saznanjem, svjetski priznati stručnjaci prometa te internacionalne udruge za razvoj sigurnosti motociklista u prometu 2021. godine sudjelovali su na radionici o sigurnosti motociklista. Radionica se temeljila na problematici sigurnosti motociklista u različitim zemljama svijeta koje su iznosili predstavnici tih zemalja, a sve u svrhu razvitka prioriternih radnji koje će doprinijeti poboljšanju sigurnosti motociklista u prometu u drugom desetljeću sigurnosti cestovnog prometa od 2021. do 2030. godine. Na radionici su prometni stručnjaci opisivali sedam različitih zemalja i njihov odnos prema motociklističkom prometu, motociklistima kao sudionicima prometa te su iznosili prednosti i nedostatke vezane za trenutnu situaciju u pogledu sigurnosti motociklista u prometu [9].

Kina je jedna od najmnogoljudniji zemalja svijeta s 1,4 milijarde stanovnika, što potvrđuje podatak o broju stanovništva iz 2020. godine [10]. Električni motocikli zadnjih godina su

postali sve češće u upotrebi na cestama kineskih gradova, ali motocikli s unutarnjim izgaranjem još su vodeći oblik vozila na dva kotača u toj zemlji, što u prosjeku predstavlja podatak kako svako kućanstvo u Kini posjeduje minimalno jedan motocikl s unutarnjim izgaranjem. Stopa smrtnosti u prometu u Kini je veća nego u bilo kojoj drugoj zemlji svijeta gdje veći postotak otpada na vozače motocikala. Razlog tome je izrazita prometna zagušenost na kineskim cestama, nepoštovanje prometnih znakova i propisa, vožnja po površinama namijenjenim biciklistima i pješacima te vožnja u alkoholiziranom stanju. Najugroženiji motociklisti na kineskim cestama su dostavljači, a oni, prema navodima stručnjaka Ms Bo Suia, predstavljaju i skupinu motociklista koji najčešće krše prometne propise. Gotovo 20% motociklista u Kini ne nosi zaštitne motociklističke kacige, čime izravno krše zakonske propise i regulative [9].

Indija je država s 1,39 milijardi stanovnika, prema podatku iz 2021. godine [11]. U prosjeku, u Indiji je 143 motocikala na 1000 stanovnika što je iznimno velika brojka. Indijci motocikle koriste u svakodnevnim migracijama zbog činjenice kako se motociklom mogu brže i lakše probiti kroz izrazita prometna zagušenja koja su svakodnevna pojava na indijskim cestama. Većina stanovnika ruralnog područja Indije posjeduje motocikl kao jedino prijevozno sredstvo. Navedeno potkrjepljuju statistički podaci da je u Indiji 2019. godine bilo registrirano 295.772 motornih vozila, a od tog broja 221.270 su motocikli [12]. Na indijskim cestama 2020. godine preminulo je 131.710 osoba, od toga oko 70% poginulih su osobe od 15 do 29 godina, a oko 30% od te brojke su poginuli motociklisti ili putnici na motociklima te više od 37% poginulih motociklista i putnika na motociklima nije nosilo zaštitnu kacigu [13]. Indijska politika povećanja sigurnosti motociklista u prometu najveći napredak dostigla je 2020. godine kada je zakonom određeno da je kod kupnje novog motocikla obvezna kupnja i zaštitne motociklističke kacige [9], [14].

Zemlje Jugoistočne Azije su Indonezija, Malezija, Tajland, Tajvan, Japan, Filipini i Vijetnam, a ukupan broj stanovnika u toj regiji 2020. godine bio je 668.619.840 stanovnika [15]. Na području Jugoistočne Azije motocikli su primarno prijevozno sredstvo te su motociklisti i putnici na istima najčešće poginuli u prometu, odnosno oni čine gotovo 43% poginulih u prometu. Najveći problem tih zemalja je u samoukim motociklistima ili motociklistima koji su podučeni od strane obitelji. Upravljanje motociklom bez pravovaljane vozačke dozvole u navedenim zemljama teško je izbjeći zbog izrazite gustoće prometa motocikala, ali upravo ti needucirani motociklisti uzrokuju trećinu nesreća na cestama Jugoistočne Azije. Svaka država za sebe je počela provoditi mjere za poticanje na obuku vožnje, pa tako je Indonezija započela

s provedbom politike kontrole prometa, Japan provodi promidžbu sigurnosti u prometu putem raznih događanja, Filipini uspostavom novog kopnenog prometnog ureda i strožim zakonima utječu na motociklistički promet, dok Tajvan subvencionira obuku motociklista itd. [9].

Ukupan broj stanovnika Južne Amerike 2020. godine iznosio je 430.759.766 stanovnika [16]. Vožnja motociklom u zemljama Južne Amerike najjeftiniji je vid prijevoza. Na području Južne Amerike popularan je „moto – taksi“ prijevoz, odnosno usluga prijevoza putnika putem motocikala, koja je u nekim zemljama legalan ali u nekima nije. Najveći problem „moto – taksi“ prijevoza je što veliki dio taksi prijevoznika na svom motociklu prevozi tri ili više putnika što je nedopustivo i nimalo sigurno zato što motocikli nisu konstruirani za prijevoz više od dvije osobe, odnosno vozača i jednog putnika. Uz navedeno, putnici na „moto – taksijima“ u nekim zemljama ne moraju imati zaštitnu motociklističku kacigu kao minimalnu mjeru sigurnosti. Takav vid javnog prijevoza počeo se primjenjivati zbog činjenice kako je osobnim automobilom teško proći kroz izrazito prometno zagušenje na prometnicama te je lakše stići na odredište upotrebom motocikala. „Moto – taksi“ prijevoz nije prihvaćen zakonom u Argentini, Čileu, Kostariki i Urugvaju, dok se u Argentini, Kostariki i Urugvaju redovito na motociklima prevozi troje i više putnika, iako je to ilegalno. „Moto – taksi“ prijevoz je zakonom prihvaćen u Brazilu, Kolumbiji, Kubi, Ekvadoru, Meksiku i Paragvaju, gdje je primjena sigurnosnih motociklističkih kaciga obvezna za putnike. U Kolumbiji, Meksiku, Paragvaju i Urugvaju se redovito na motociklima prevozi troje i više putnika, dok se u Ekvadoru troje ili više putnika prevoze na triciklima, ali ne i na motociklima. U Latinskoj Americi samo pet država ima obvezni sustav obuke vožnje motocikala, dok je u ostalim državama moguće upravljanje motociklima bez obuke s navršениh 18 godina starosti [17].

Afrika je regija koja, prema podacima iz 2020. godine ima 1.340.598.147 stanovnika [18]. Kao odraz slabe razvijenosti, nema točnih podataka koliko ima motocikala u Africi. Procjenjuje se da je broj motocikala oko 23% od ukupno 21,6 milijuna registriranih motornih vozila, prema podacima iz 2015. godine. Problematika u Africi vezano za sigurnost motociklista u prometu su loše stanje cesta, vozači motocikala koji su samouki, nekorištenje zaštitnih motociklističkih kaciga, loše tehničko stanje motocikala i nedostatak osiguranja od nesreća. Jedan od pozitivnih poteza je edukacija stanovništva u pogledu sigurnosti u prometu te poboljšanje infrastrukture i nametanje korištenja potrebne sigurnosne opreme [9].

Australija je najmanji kontinent, a prema podacima iz 2020. godine, u Australiji živi 26.118.451 stanovnika [19]. Motocikli čine oko 4,5% u ukupnom broju svih registriranih

motornih vozila u Australiji. 2020. godine u prometu je poginulo 188 motociklista, što je u usporedbi s ostalim zemljama malen broj. Navedeni podatak ukazuje na kvalitetnu prometnu politiku te koju provodi Australija u svim državama sastavnicama, kao i ulaganja u poboljšanje cestovne infrastrukture [9].

### 3.2. Sigurnost motociklista na području Europske unije

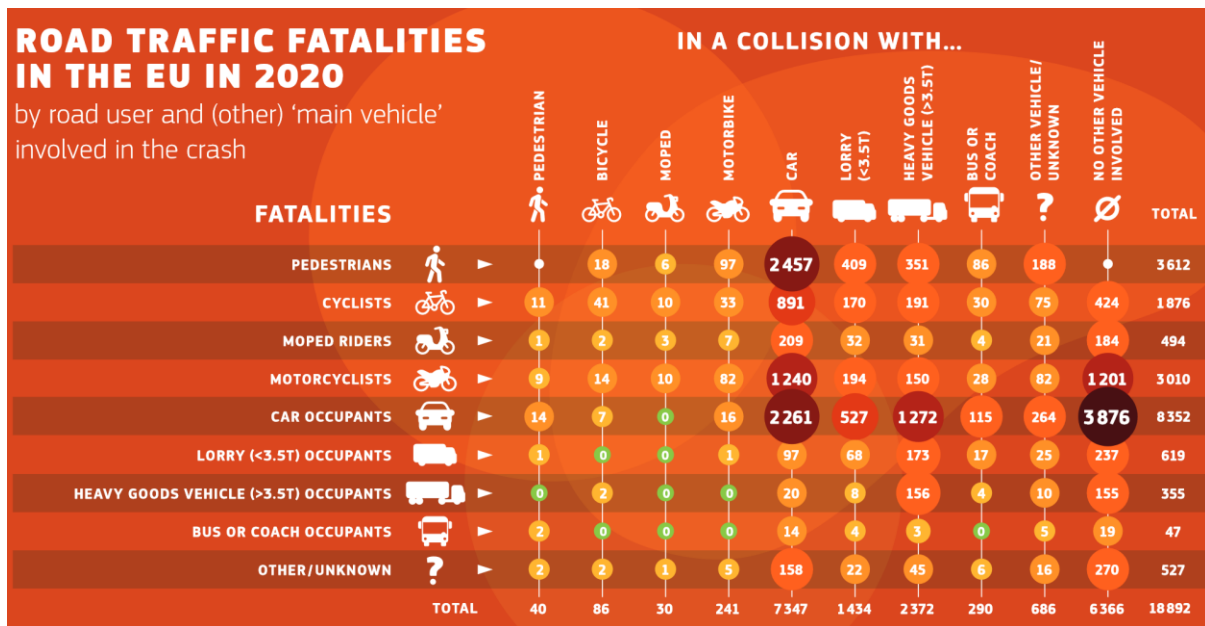
Na području EU, tijekom posljednjeg desetljeća smanjen je broj smrtno stradalih motociklista, no i dalje je taj broj značajan. Posebice se ističu zemlje južne Europe (više sunčanih dana) te zemlje koje privlače motocikliste u turističke svrhe. Tablica 2 prikazuje podatke dostupne Eurostatu koji govore o smrtno stradalim osobama na motociklima (kao vozač ili suvozač) u zemljama Europe (za one za koje su bili dostupni podaci). U navedenom razdoblju najviše stradalih bilo je u Italiji, Francuskoj, Njemačkoj, Španjolskoj i Grčkoj, što je djelomično i zbog vrlo velikog broja stanovnika, odnosno samih motocikala.

Tablica 2. Osobe poginule na motociklu u zemljama Europe 2012.-2020. godine

	2012.	2013.	2014.	2015.	2016.	2017.	2018.	2019.	2020.
Belgija	99	106	85	105	79	77	87	84	78
Češka	86	66	88	91	62	69	94	84	58
Danska	10	15	18	19	26	11	21	27	11
Njemačka	586	568	587	639	536	583	619	542	499
Grčka	282	271	278	237	240	216	190	228	188
Španjolska	293	290	285	329	343	359	359	417	313
Francuska	692	658	649	614	613	669	627	615	479
Hrvatska	62	49	44	58	38	42	55	46	44
Italija	847	728	704	773	657	735	687	698	586
Cipar	11	15	9	13	10	14	14	16	14
Litva	0	15	13	13	10	10	13	19	17
Luksemburg	5	8	8	6	3	7	9	3	7
Mađarska	39	58	58	50	48	43	49	64	42
Nizozemska	53	29	51	43	44	53	42	45	44
Austrija	68	87	76	83	85	83	102	79	74
Poljska	261	253	237	208	244	231	238	295	244
Portugal	104	78	91	73	59	106	112	127	116
Rumunjska	62	52	45	55	46	52	55	51	64
Slovenija	18	17	15	25	22	25	16	20	16
Finska	21	24	17	20	17	13	24	25	20
Švedska	31	40	31	44	36	39	47	29	0
Island	0	1	0	1	2	2	0	1	3
Norveška	17	21	20	20	22	20	14	16	18
Švicarska	74	55	53	66	43	51	42	30	52

Izvor: izradio autor prema [20]

Iako je najviše stradalih u 2020. godini bilo u nesrećama gdje je sudjelovalo samo osobno vozilo, iz sljedeće ilustracije (Slika 2) vidljivo je kako najveći broj motociklista stradava u sudaru s osobnim vozilom ili kada je motocikl jedino vozilo u sudaru. Također, gotovo 16% ukupnog broja stradalih bilo je sudionik u svojstvu motociklista, što je zabrinjavajući broj ako se u obzir uzme činjenica da se motocikl koristi pretežito u toplijim mjesecima, a ne tijekom cijele godine.



Slika 2. Broj smrtno stradalih sudionika u prometu prema najznačajnijem vozilu koje je sudjelovalo u sudaru

Izvor: [21]

Sigurnost motociklista pojam je koji svaka država obrađuje i unapređuje za sebe. Modernizacija industrije motocikala i sve veća upotreba motocikala kao prijevozno sredstvo za duge dionice, najčešće iz države u državu, dovodi do potrebe definiranja sigurnosti na višoj razini. Sigurnost motociklista u pravilu bi, u svim državama članicama Europske unije, trebala biti jednaka. Stoga na razini Europske unije, sigurnost motociklista analizira Savez udruga europskih motociklista (*FEMA*). Sjedište Saveza je u Bruxellesu u Belgiji te mu je cilj promicati i uskladiti razinu zaštite, sigurnosti i interesa motociklista na području Europe i svijeta [22].

Europsko udruženje proizvođača motocikala (*ACEM*) objedinjuje proizvođače motocikala i nacionalna industrijska udruženja te zajedno s institucijama Europske unije utječu na provedbu zakonskih regulativa, zaštitu okoliša, međunarodne trgovinske pregovore i na razvoj sigurnosti motociklista i putnika na motociklima [23].



Savez udruga europskih motociklista (*FEMA*) 2016. godine proveo je anketu na 17.000 motociklista iz različitih zemalja u suradnji sa Motociklističkom akcijskom skupinom (*MAG*) sa sjedištem u Nizozemskoj. Prema podacima iz ankete vidljivo je kako je država s najviše motocikala Italija, koja je 2016. godine imala registrirano 6.500 motocikala, a motocikli koje ispitanici posjeduju su u većem postotku marke *Honda*, dok su *BMW*, *Yamaha* i *Suzuki* marke motocikala koje su sljedeće na ljestvici [24].

Dodatni podatak u anketi je razvrstavanje zemalja članica prema stupnju opasnosti koji se temelji na statističkoj analizi europske komisije o poginulim motociklistima u prometu na području Europske unije. Prema navedenom, rang opasnosti se izračunava na temelju broja registriranih motocikala u svakoj zemlji i broja prometnih nesreća motociklista sa smrtnim ishodom te se na temelju navedenog zemlja smatra sigurnijom što je veći broj motociklista po prometnoj nesreći i rangiraju se kao relativno sigurne ili relativno opasne. Prema proračunu Hrvatska pripada u najopasnije zemlje za motocikliste, dok Danska pripada u najmanje opasne. Dobiveni podaci se trebaju uzeti s oprezom jer u navedene rezultate nije uzeta prosječna godišnja kilometraža motociklima u zemlji, klimatski uvjeti i slični parametri koji uvelike ovise vožnji motocikala [24].

Sudionici ankete odgovarali su na anketna pitanja:

- a) Jesu li sudjelovali u prometnoj nesreći bilo kojeg oblika u proteklih godinu dana?
- b) Je li u prometnoj nesreći sudjelovao samo motocikl ili je prometna nesreća bila uzrokovana sudarom?
- c) O kojoj se vrsti prometne nesreće radilo?
- d) Jesu li motociklisti i putnici na motociklu zadobili tjelesne ozljede kao posljedicu prometne nesreće?
- e) Prema slobodnoj procjeni, je li rizik od nastanka tjelesnih ozljeda u prometnoj nesreći bio visok, srednji ili nizak (visoki rizik: > 50% nastanka tjelesnih ozljeda; srednji rizik: 25-50% nastanka tjelesnih ozljeda; nizak rizik: < 25% nastanka tjelesnih ozljeda)?

Prema odgovorima ispitanika, zaustavljanje u nuždi zbog izbjegavanja prometne nesreće, odnosno sudara, najčešće s automobilom, predstavlja prometnu nesreću u kojoj je sudjelovao samo motocikl s visokim rizikom od nastanka tjelesnih ozljeda, dok se većina prometnih nesreća uzrokovanih sudarom smatra nesrećama visokog rizika od nastanka tjelesnih ozljeda po motocikliste.

Sudionici ankete su, prema važnosti tehnoloških inovacija koje su korisne za motocikliste, naveli: ABS sustav, kacigu koja poboljšava vidljivost i sprečava zamagljivanje vizira i kontrolu tlaka i temperature u pneumaticima motocikla, dok smatraju da sljedeće tehnološke inovacije nisu korisne za motocikliste: prikaz informacija na viziru kacige tijekom vožnje, inteligentno ograničenje brzine i upozorenja i automatska intervencija ako je brzina prekoračena od one zadane. Sudionici smatraju kako su određena tehnološka dostignuća poželjna kod povećanja sigurnosti motociklista, ali smatraju kako prevelika intervencija tehnološkog napretka u to polje samo povećava distrakciju motociklista koja dovodi do pogrešaka koje mogu rezultirati kobnim posljedicama. Sudionici navode kako je potrebno koristiti dodatnu sigurnosnu opremu kod upravljanja i vožnje motociklom. Većina ispitanika koristi dodatnu sigurnosnu opremu kao što su motorističke rukavice, motoristička jakna sa štitnicima, motorističke hlače sa štitnicima te motorističke čizme [24].

Europsko udruženje proizvođača motocikala (*ACEM*) provelo je niz studija i ispitivanja sa svrhom poboljšanja trenutne situacije sigurnosti motociklista na području Europske unije te je bitne zaključke predstavilo na konferenciji o sigurnosti motociklista pod nazivom „*Motorcycling as a mobility solution*“ koja je održana 2018. godine u Barceloni [25].

Na konferenciji je istaknuto nekoliko bitnih prijedloga za povećanje sigurnosti motociklista koji bi se trebali primjenjivati na području Europske unije. Prijedlozi su potkrijepljeni primjerima država koje su ih počele provoditi samoinicijativno.

Cestovna infrastruktura služi za kretanje motornih vozila te je od iznimne važnosti da ona bude kvalitetna. Neki prijedlozi Europskog udruženja proizvođača motocikala (*ACEM*) iz tog područja bili su da se na pješačkim prijelazima smanji količina boje na oznakama kako bi se spriječilo proklizavanje i povećao koeficijent prijanjanja između pneumatika motocikla i kolnika, da se prvo parkirno mjesto prije pješačkog prijelaza pretvori u parkirna mjesta namijenjena motociklima što bi izravno pridonijelo i boljoj preglednosti pješačkog prijelaza te dopuštanje korištenja trake namijenjene za taksi i javni gradski prijevoz motociklistima. Dopuštenje kretanja po traci za taksi i javni gradski prijevoz provelo je nekoliko europskih gradova, kao što su London, Madrid, Atena, Venecija, Stockholm itd. te se navedeno pokazalo kao dobar potez u pogledu smanjenja prometnih nesreća i ujedno je doprinijelo povećanju sigurnosti sudionika u prometnom procesu. Prijedlozi koji su se još istaknuli kao značajni su prijedlozi o zaštitnoj opremi motociklista, posebice prijedlog koji omogućuje vozaču odabir odjeće prema njegovoj razini aktivnosti i prema godišnjem dobu [25].

Konferencijom je istaknut značaj provedbe nacionalne strategije sigurnosti motociklista koje su u Švicarskoj, Švedskoj, Španjolskoj, Norveškoj i Nizozemskoj dovele do razvoja visoke razine sigurnosti motociklista. Uz nacionalne strategije, istaknula se važnost provedbe lokalnih strategija, kao lakši način za prilagodbu i edukaciju sudionika u prometu. Europsko udruženje proizvođača motocikala (*ACEM*) je u svrhu dodatne edukacije 2015. godine provodilo radionice na temu sigurnosti motociklista u Ateni, Madridu, Milanu, Parizu i Varšavi. Velik odaziv na radionice potaknuo ih je za nastavkom održavanja istih u bližoj budućnosti [25].

Na konferenciji posebno su se isticale države koje su samoinicijativno provodile inicijative za poboljšanje sigurnosti motociklista u prometu, gdje su se posebno istakle Njemačka s projektom „*VivaLaMopped*“, Francuska koja je do 2020. godine provodila pilot projekt odvajanja prometnih traka za motocikliste s ciljem utvrđivanja fluidnosti prometnog toka uz naglasak na povećanu sigurnost motociklista, Grčka koja je razvila internetsku platformu s edukativnim materijalima za poticanje razvoja sigurnosti u cestovnom prometu i namijenjeni su djeci i roditeljima, te Italija sa projektom „*Refresh*“ i Nizozemska, Poljska i Španjolska koje su provodile slične radionice i projekte s istim ciljem [25].

Na temelju održane konvencije Europsko udruženje proizvođača motocikala (*ACEM*) donijelo je strategiju sigurnosti motociklista u budućnosti „*The safe ride to the future 2.0 – The motorcycle industry's commitment to road safety*“. Strategijom se istaknuo znatan napredak članova Udruženja u konstrukciji i proizvodnji motocikala, kao što je obvezno opremanje motocikala ABS sustavom za kočenje, obvezna implementacija tehnologije automatskog uključivanja prednjih svjetala te korištenje LED svjetala, konstrukcija inovativnih sustava ovjesa koji omogućuju veću razinu kontrole nad motociklom i maksimalnu stabilnost motocikla tijekom vožnje te razvoj uređaja koji detektiraju čeon sudar i mrtvi kut. Udruženje je u strategiji istaknulo potencijal u budućem razvoju komunikacije između vozila i između vozila i ceste te ističe potrebu za uspostavom sustava sličnog sustavu *eCall* koji je implementiran u osobne automobile i laka teretna vozila od 2018. godine. Sustav *eCall* automatski je povezan s besplatnim brojem službi koje pružaju svoje usluge kod prometnih nesreća, kao što su policija, hitna pomoć te vatrogasci. Sustav upućuje telefonski poziv i šalje osnovne podatke u trenutnoj situaciji, kao što su točna lokacija, vrijeme i dr., centrali na broj 112 ako raspozna da je vozilo sudjelovalo u prometnoj nesreći. Sustav je primjenjiv i radi na području Europske unije, a primjenjuju ga osobni automobili i laka gospodarska vozila [26]. Na temelju navedenog sustava proveo se projekt *I\_HeERO* čiji je cilj bio istražiti funkcioniranje sustava *eCall* kod motocikala te se zaključilo kako se pristup u pogledu

sigurnosti prema osobnim automobilima i motociklima razlikuje i kako pristup motociklima sadrži specifične zahtjeve u pogledu sigurnosti. Na temelju projekta *I\_HeERO* i sustava *eCall* razvija se projekt *sAFE* koji se financira fondovima Europske unije a predstavlja poboljšani sustav *eCall* te ga mogu koristiti osobni automobili, laka gospodarska vozila i motociklisti. Projekt je završio 2021. godine te se u 2022. godini počinje primjenjivati [27], [28].

### **3.3. Sigurnost motociklista na području Ujedinjenog Kraljevstva**

Ujedinjeno Kraljevstvo, odnosno Velika Britanija sigurnost motociklista definira i unaprjeđuje na sličan način kao i Europska unija, budući da je i sama do 2020. bila njezina članica. Međutim, svaka država provodi dodatne mjere za povećanje sigurnosti u prometu koje su na nacionalnoj razini, stoga ni Ujedinjeno Kraljevstvo nije iznimka.

Ujedinjeno Kraljevstvo istraživanja temelji na utjecaju vožnje motocikala na mentalno zdravlje vozača. U studiji Udruge industrije motocikala (*Motorcycle Industry Association – MCIA*) iz 2022. godine ističe se kako vožnja motociklom daje pozitivne učinke na mentalno zdravlje ispitanika. Ispitivanje se vršilo 2020. godine te je rezultat prikazao kako 82% ispitanika smatra da im vožnja motociklom služi u terapijske svrhe [29]. Motociklisti u anketi navode kako im je sam proces vožnje motociklom jedan vid psihoterapije, gdje se u potpunosti usredotoče na vožnju, a sve ostale pozitivne i negativne situacije, koje su proživjeli prije procesa vožnje, zanemaruju u tom trenutku. Pozitivan mentalni učinak vožnje motociklom direktno se odražava na sigurnost motociklista, odnosno motociklisti zadovoljno izvršavaju proces vožnje te im se povećava zainteresiranost za trenutne prometne situacije i, ako dođe do ugrožavanja sigurnosti, motociklist će biti u stanju pripravnosti i reagirati brže nego što bi reagirali u trenucima kada su rastreseni. Mentalno zdravlje motociklista obuhvaćeno je i dokumentom „*Riding COVID Safe*“ na kojemu su radile značajne udruge motociklista u Ujedinjenom Kraljevstvu. Navodi se kako je, usprkos *Covid-19* krizi koja je 2020. godine zahvatila čitav svijet i dovela do provedbe obveznih karantena kako bi se širenje virusa svelo na najmanju moguću mjeru, mentalno zdravlje motociklista najmanje oštećeno. Prema provedenim anketama, koje su temelj navedenog dokumenta, navodi se kako je upravo korištenje motocikala, uz upotrebu koturaljki i bicikala, najprihvatljiviji način putovanja u doba pandemije. Sigurnost motociklista je u doba pandemije odnosila na smanjeni intenzitet zaraze motociklista, zbog toga što je na jednom motociklu općenito jedna osoba, odnosno vozač. Preporuka je, ako motociklist ima putnika, da on bude dio njegovog kućanstva [30].

Podaci o nastradalima u prometu za 2020. i 2021. nisu reprezentativni zbog utjecaja pandemije. Općenito u Ujedinjenom Kraljevstvu ukupan broj nastradalih motociklista pao je za 32%, gledajući od 1993. do 2018. godine. Smatra se kako je taj pad uvjetovan razvojem infrastrukture, ali i boljem opremanju vozača motocikala. Nacionalno vijeće motociklista (*National Motorcyclists Council – NMC*) zalaže se za provedbu projekta „*Welcoming Roads*“, koji je sastavni dio strategije „*Vision Zero*“, koja ima cilj postići sustav cesta na kojima ne bi dolazilo do smrtnih slučajeva ili teških tjelesnih ozljeda. „*Welcoming Roads*“ ima ulogu boljeg promicanja krajnjeg cilja strategije „*Vision Zero*“ te kao ranjive sudionike u prometu navodi bicikliste, pješake, ali i motocikliste koju su, nenamjerno, bili zapostavljeni te ističe potrebu za povećanjem razine sigurnosti na cestama kako bi one bile sigurne za sve sudionike u prometnom procesu [31].

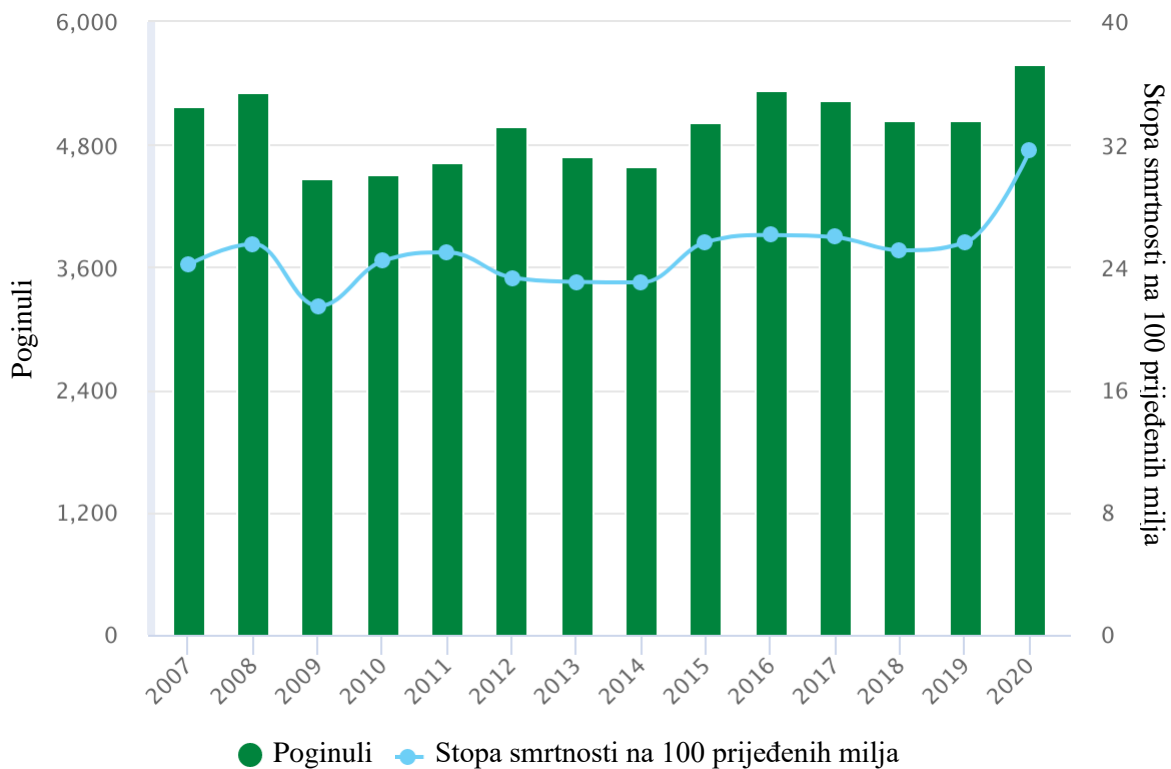
Kako navodi Nacionalni forum mladih vozača Ujedinjenog Kraljevstva (*The National Young Rider Forum – NYRF*) u svom istraživanju, između 2014. i 2018. godine poginulo je 30.862 mladih motociklista, većinom muškarci [32]. Istraživanje se temelji na virtualnom razgovoru i ispunjavanju internetske ankete, a u njemu su sudjelovala 182 mlada motociklista u dobi od 16 do 24 godine te je utvrđeno kako je motocikl za 82% ispitanika glavno prijevozno sredstvo. Rezultati ankete pokazali su zabrinjavajuće podatke vezane za provedbu sigurnosti motociklista upotrebom odgovarajuće odjeće. Tri četvrtine ispitanika ponekad nosi uobičajenu odjeću pri vožnji motociklom, polovina ispitanika ponekad nosi uobičajenu obuću tokom vožnje, polovna ispitanika nikada ne nosi zaštitnu jaknu ili motorističke čizme. Većina ispitanika nosi vlastitu zaštitnu kacigu i svjesna je kako je bitno da zaštitna kaciga potpuno odgovara motociklistu. Na pitanje zašto mladi motociklisti ne upotrebljavaju opremu koja povećava njihovu sigurnost, većina odgovora je glasila kako je oprema preskupa za njihova primanja, težak pronalazak adekvatne opreme ili neudobnost i nelagoda koju pruža oprema, pogotovo tokom ljeta. Polovina ispitanika potvrdila je kako se ponekad osjeća ugroženo dok izvodi radnju pretjecanja zbog osjećaja da drugi sudionici u prostoru ne ostavljaju dovoljno prostora za prolazak motociklom te smatraju kako nisu dovoljno uočljivi drugim sudionicima u prometu ali i kako dio sudionika u prometnu ne provjerava mrtvi kut. Ispitanici su naglasili kako je potrebna dodatna obuka o percepciji opasnosti zbog tolike razine ugroženosti motociklista u prometu. Sukladno provedenom ispitivanju, zaključuje se kako je raskrižje koje je najmanje sigurno za motocikliste T-raskrižje, gdje vozači koji skreću udesno u raskrižje skreću na putanju kojom se kreće motociklist i time je direktno ugrožena njegova sigurnost. Na pitanje utječe li konzumacija alkohola na sigurnost motociklista, 42% ispitanika je

odgovorilo potvrdno, a na pitanje utječe li umor na sigurnost motociklista, 35% ispitanika je odgovorilo potvrdno, što je bitan podatak jer je vidljivo kako mladi motociklisti razmišljaju o posljedicama koje mogu nastati zbog takvog oblika ponašanja [32].

### **3.4. Sigurnost motociklista na području Sjedinjenih Američkih Država**

Sjedinjene Američke Države (SAD) su sačinjene od 51 savezne države te se smatraju jednom od najmnogoljudnijih republika svijeta s 331.002.651 stanovnika prema popisu stanovništva iz 2020. godine [33]. Iste godine u SAD-u bilo je zabilježeno 228,2 milijuna osoba koje posjeduju važeću vozačku dozvolu. Najveći broj osoba s važećom vozačkom dozvolom 2020. godine bio je u Kaliforniji (27.005.302) dok je najmanji u Wyomingu (247.233) [34]. Broj važećih vozačkih dozvola za motocikle, iste godine, iznosio je 8.32 milijuna, gdje je najveći broj u Kaliforniji (785.424), a najmanji u Washingtonu D.C. (3.567) [35]. Ukupan broj registriranih motocikala u SAD-u čini oko 3% ukupno registriranih motornih vozila. Podaci daju predodžbu o stanju prometa na američkim cestama, ali bitno je znati kako postoje i vozači koji upravljaju automobilima i motociklistima bez posjedovanja važeće vozačke dozvole. Navedeni podaci daju sliku o količini prometa na cestama SAD-a i količini motocikala. Određeni postotak motociklista motocikle koriste za dnevne aktivnosti te im on služi kao osnovno sredstvo kretanja, ali ipak je veći postotak motociklista rekreativaca koji motocikle ne koriste svaki dan.

Smrtni slučajevi među motociklistima i putnicima porasli su za 11% od 2019. do 2020., dok je stopa na 100 milijuna prijeđenih milja porasla za 23% (Grafikon 1). Tijekom posljednjih 10 godina smrtnost je porasla za 20%, a stopa smrtnosti za 27% (stopa iznosi 31,64 na 100 milijuna prijeđenih kilometara). U 2020. godini vozači motocikala koji su sudjelovali u nesrećama sa smrtnim ishodom imali su veći postotak alkoholiziranosti od vozača bilo koje druge vrste motornog vozila (27% za motocikle, 23% za osobne automobile, 19% za laka kamiona i 3% za kamione) [36].



Grafikon 1. Poginuli motociklisti i stopa smrtnosti motociklista u SAD-u u razdoblju 2007.-2020. godine  
Izvor: [36]

Prema podacima iz 2019. godine, 39% poginulih motociklista ili putnika na motociklima nije nosilo zaštitnu kacigu. U SAD-u je samo 19 saveznih država usvojilo zakon o obveznom nošenju zaštitnih motociklističkih kaciga za sve motocikliste, dok je 29 država usvojilo zakon o obveznom nošenju zaštitnih motociklističkih kaciga samo za određenu skupinu motociklista (do 17 godina i mlađe – 18 država, do 18 godina i mlađe – 1 država, do 20 godina i mlađe – 9 država, do 25 godina i mlađe – 1 država), a 3 države nemaju donesen zakon o obveznom nošenju zaštitnih motociklističkih kaciga (Illinois, Iowa, New Hampshire). U državama gdje nije donesen zakon o obveznom nošenju zaštitnih motociklističkih kaciga, 2020. godine 57% od ukupno poginulih motociklista čine motociklisti koji nisu nosili zaštitnu kacigu [37], [38].

Obvezni tehnički pregled motocikala koji je uvjet za registraciju motocikla provodi samo 12 saveznih država. Pregledom se detaljno provjerava opće stanje motocikla, pneumatika, kočnica te se provjerava broj prijeđenih milja. Ovim postupkom može se preventivno djelovati na budući nastanak prometne nesreće čiji bi uzrok bi mogao biti tehnički nedostatak na motociklu. Prema dostupnim statističkim podacima 2020. godine poginulo je 5.579 motociklista te je to najveći broj poginulih motociklista od 1975. godine, a ozlijeđeno je, prema procjeni, 82.528 motociklista. Prometne nesreće sa smrtnim slučajem motociklista ili putnika na motociklu

dogadaju se 28 puta češće nego prometne nesreće sa smrtnim slučajem vozača ili putnika u automobilu na američkim cestama, što je zabrinjavajući podatak narušene sigurnosti motociklista kod kojeg je nužna hitna intervencija. Gotovo 14% motociklista koji su sudjelovali u prometnim nesrećama s drugim vozilom bilo je pod utjecajem alkohola, koji bitno smanjuje sposobnosti vožnje i opažanja motociklista. Motociklisti sve više ugrađuju kamere na zaštitne kacige ili na motocikle kako bi imali pravovaljane dokaze koji su potrebni za tužiteljstvo ili osiguranje ako su sudjelovali u prometnoj nesreći, ali i određeni postotak motociklista posjeduje ugrađenu kameru zbog snimanja doživljaja tokom rekreativne vožnje [39].

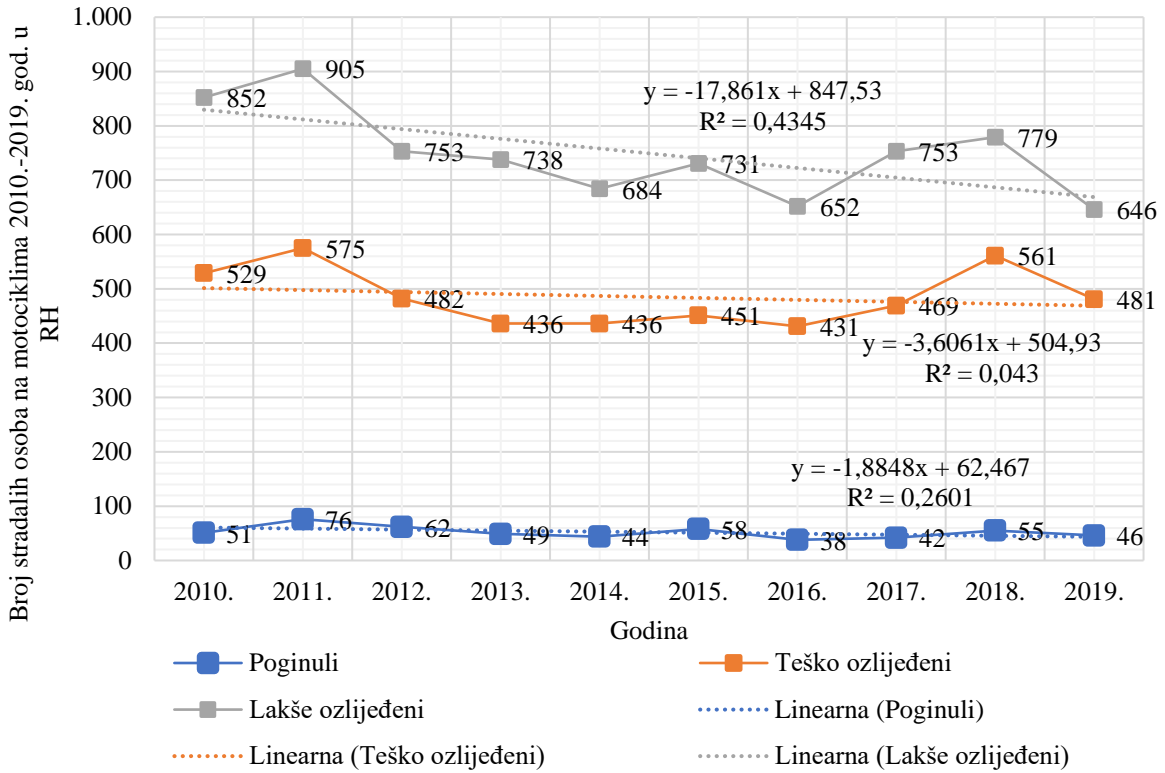
### **3.5. Sigurnost motociklista u Republici Hrvatskoj**

Sigurnost motociklista u RH goruće je pitanje u posljednjih nekoliko godina, s obzirom na to da se ne ostvaruje željeni cilj smanjenja broja stradalih, već on stagnira, što će biti prikazano grafičkim priložima u nastavku.

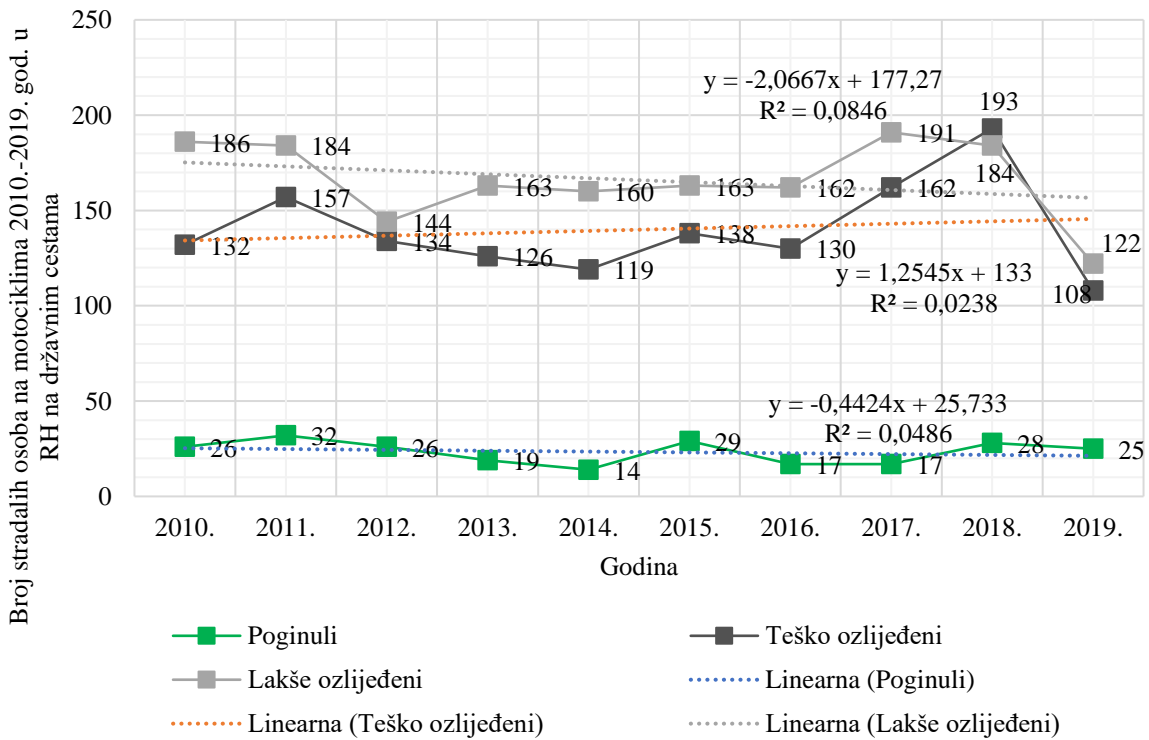
Grafikon 2 prikazuje broj stradalih na motociklima u razdoblju 2010.-2019. godine na području Hrvatske. Kao što se može vidjeti iz grafikona, broj lakše ozlijeđenih u ovom razdoblju je pao, no broj teško ozlijeđenih i smrtno stradalih je otprilike isti, odnosno stagnira, što je alarmantna činjenica. Slično je i ukoliko se izdvoje samo državne ceste (Grafikon 3), gdje linija trenda čak pokazuje blagi porast u navedenom razdoblju.

Nadalje, prema podacima MUP-a [40], najčešće vrste prometnih nesreća u kojima sudjeluju motociklisti su slijetanje vozila s ceste, bočni sudar, sudar vozila iz suprotnih smjerova te vožnja u slijedu. Najčešća okolnost je brzina neprimjerena uvjetima, a slijede nepoštivanje prednosti prolaska, nepropisno pretjecanje, vožnja na nedovoljnoj udaljenosti te nepropisano skretanje i uključivanje u promet.





Grafikon 2. Broj stradalih osoba na motociklima u RH u razdoblju 2010.-2019. godine  
Izvor: izradio autor prema [40]



Grafikon 3. Broj stradalih osoba na motociklima na državnim cestama u RH u razdoblju 2010.-2019. godine  
Izvor: izradio autor prema [40]

Najčešći oblik prometne nesreće u kojoj sudjeluju motociklisti i putnici na motociklima je nalet na motocikl, a broj prometnih nesreća u odnosu na 2020. godinu, u 2021. godini se povećao za 27%. Prema statističkim podacima iz 2021. godine, broj motociklista koji su sudjelovali u prometnim nesrećama, u odnosu na 2020. godinu povećao se za 13,6% te je iznosio 1.400, od kojih je broj poginulih 58, što je manje u usporedbi sa 2020. godinom, ali je broj ozlijeđenih veći i iznosi 1.036 osoba. Od 58 osoba koje su poginule, njih 8 nije nosilo zaštitnu kacigu, a od 1.400 ozlijeđenih, njih 109 nije nosilo zaštitnu kacigu. U većem postotku ozlijeđenih osoba nalaze se osobe sa teškim tjelesnim ozljedama [41].

Na temelju navedenih statističkih podataka može se zaključiti kako je sigurnost motociklista i putnika na motociklima ugrožena te kako postoji potreba za provedbom mjera poboljšanja sigurnosti prometa na cestama i sigurnosti samih sudionika u prometu.

## 4. OSNOVNE KARAKTERISTIKE UPRAVLJANJA MOTOCIKLOM

Vožnja motocikala sastoji se od niza sposobnosti koje se usvajaju kroz polaganje vozačkog ispita te kroz daljnju vožnju. Vozačkim ispitom stječu se sposobnosti upravljanja motociklom, prepoznavanja i pravilnog reagiranja na opasne događaje u prometu te poznavanje konstrukcije motocikla. Konstrukcija motocikla iznimno utječe na način upravljanja istim, ali utjecaj u upravljanju ima i sposobnost motociklista.

Motociklisti početno znanje stječu obveznom obukom, dok se daljnje znanje o vožnji i pravodobnoj reakciji te o spoznaji vlastitih mogućnosti stječe iskustvom. Obuka ima za cilj od svakog polaznika izvući najkvalitetnijeg budućeg motociklista, ali kakav će motociklist na kraju biti ne uvjetuje intenzitet i rigoroznost obuke već vozačeve sposobnosti, karakterne osobine i njegova osobnost. Određene osobe po prirodi su sklone nesuvislim postupcima, reakcijama u zadnji tren i ostalim načinima ponašanja koji se u prometu manifestiraju kao štetno, riskantno i nekulturno ponašanje. Cilj obuke je buduće motocikliste pripremiti na sve vrste situacija u prometu gdje će biti ravnopravni s ostalim vozačima u prometu ali i gdje će biti ugroženi. Obuka je bitan segment u razvoju percepcije motociklista i njihovih stajališta jer razvija spoznaje o problematici sigurnosti motociklista na cestama te se pomoću nje pokušava spriječiti razvoj te problematike. Obukom se stječu sposobnosti prisutnosti u prometu, koje su u vožnji motociklom od izrazite važnosti jer motociklisti moraju biti svjesni svojih postupaka u prometu te biti spremni na različite postupke od strane vozača osobnih automobila ili drugih motornih vozila, moraju biti spremni predvidjeti ih kako bi se spriječila ugroza sigurnosti te prometne nesreće koja mogu rezultirati materijalnom štetom, ali i smrtnosti sudionika u prometu. Uz sposobnost prisutnosti, stječe se proaktivnost motociklista, ali i zdrav način sudjelovanja u prometu, poštujući prometne znakove i propise i ostale sudionike na cestama [42].

Australski *Ride – Tek MTA Motorcycle Training Academy* navodi kako je u današnje vrijeme, uz obveznu obuku motociklista koja je uvjet za izdavanje vozačke dozvole, bitno provoditi i dodatnu obuku. Dodatna obuka se provodi nakon što motociklist završi obveznu obuku te stekne određeno iskustvo u vožnji. Vještine motociklista se sastoje od dva područja, razvoja kao vozača i razvoja kao sudionika u prometu, te se one moraju stalno nadograđivati. Vještine motociklista kao vozača odnose se na način upravljanja motociklom, brzinu reakcije i poštovanje prometnih zakona i propisa, a stječu se vožnjom dok se osnove usvajaju tokom

obvezne obuke. Vještine motociklista kao sudionika u prometu odnose se na razumijevanje drugih sudionika u prometu, njihovih stavova i postupaka, kontrolu reakcije i sposobnost izbjegavanja konfliktnih situacija u prometu, a stječu se daljnjim edukacijama vozača. Dodatna obuka je dodatni trošak za motocikliste i nije obvezna, ali se u Australiji pokazala kao pozitivni korak ka povećanju sigurnosti motociklista te se razmišlja o uvođenju dodatnih poduka i za ostale sudionike u prometu kako bi se sigurnost podigla na višu razinu. Dodatnom obukom nemoguće je promijeniti osobnost vozača, ali je moguće utjecati na vozačeva stajališta u pozitivnom smislu [43].

#### **4.1. Konstrukcijske karakteristike motocikala**

Motocikli se razlikuju od proizvođača do proizvođača, ali temeljne konstrukcijske karakteristike su kod svakog motocikla jednake. Osnovne konstrukcijske komponente motocikala su [44]:

- a) Ovjes
- b) Motor
- c) Upravljački mehanizam sa upravljačem
- d) Retrovizori
- e) Ispušne cijevi
- f) Sjedala
- g) Kotači i pneumatici
- h) Kočnice
- i) Svijetla
- j) Blatobran
- k) Tablica s registracijskom oznakom.

Ovjes je komponenta motocikla koja se individualno prilagođava vozaču. Ovjes može prilagoditi vozač samostalno ili podešavanje može provesti mehaničar. Prilagodba ovjesa ovisi o individualnim zahtjevima vozača te o tome vozi li se putnik na motociklu. Ovjes se sastoji od prednjeg i stražnjeg dijela, odnosno prednje vilice i stražnjeg amortizera, gdje se prednja vilica podešava u tri koraka. Pravilo podešavanje ovjesa može se provjeriti na način da se na spremnik goriva, koji predstavlja centar ravnoteže motocikla, prislone dlanovi i pritisne se dlanovima prema dolje, poželjno je što jače izvesti taj postupak. Ovjes je optimalan ako prednji i stražnji dio ovjesa ravnomjerno ide u smjeru pritiska za vrijeme istog te se ravnomjerno i postepeno vraća u početni položaj. Nepravilno podešen ovjes predstavlja iznimnu ugrozu za

sigurnost motociklista i putnika na motociklu, kao što je gubljenje kontakta s kolnikom uslijed pretvrdo podešenog ovjesa i osjećaj uvijanja motocikla u zavoju uslijed premekano podešenog ovjesa [45], [46].

Retrovizori se nalaze sa svake strane motocikla i omogućuju motociklistu praćenje situacije u prometu iza njega te provjeru prometa prije izvršavanja radnje. Retrovizori koji se primjenjuju na motociklima mogu imati ravna ili konveksna ogledala [45].

Pneumatici moraju odgovarati veličini naplatka te biti dovoljno čvrsti da izdrže sve sile koje djeluju na kotače i motocikl u cjelini. Pneumatici motocikala općenito su dijagonalni, a debljina gazećeg sloja ovisi o izvedbi motocikla, odnosno je li motocikl namijenjen sportskoj vožnji ili cestovnoj vožnji. Stražnji pneumatici su šireg gazećeg sloja nego što su to prednji pneumatici u svrhu poboljšanja prijanjanja i veće snage motocikla. Minimalna dubina izbočina gazećeg sloja je 1,6 mm [45], [47].

Svjetla na motociklima se dijele na glavno svjetlo, svjetlo za maglu, kočna svjetla, pokazivače smjera i stražnje svjetlo. Osvjetljenje motocikla pospješuje njegovu vidljivost u prometu noću ili pri uvjetima smanjene vidljivosti. Prije stupanja u prometni proces, motociklist je dužan provjeriti ispravnost svih navedenih uređaja za osvjetljenje motocikla [45], [48].

Motocikli imaju ugrađene i izvedene oslonce za noge vozača i putnika. Oslonci se nalaze na svakoj strani motocikla a pridonose stabilnosti na motociklu, pravilnoj vožnji i sigurnosti putnika na motociklu i motociklista [48].

## **4.2. Karakteristike upravljanja motociklom**

Osnovna karakteristika upravljanja motociklom je pravilno održavanje ravnoteže, odnosno stabilnosti samog vozila, s obzirom na to da u pravilu ima dva kotača. Motociklom se upravlja pomoću upravljača, odnosno njegovim zakretanjem lijevo ili desno te po potrebi naginjanjem samog vozača. Nadalje, kontaktna površina između pneumatika i površine kolnika je vrlo mala, što pridonosi nestabilnosti vozila te smanjenoj površini trenja. Te se pojave posebice naglašavaju prilikom vožnje kroz zavoj, kada je ta površina zbog potrebnog naginjanja radi održavanja stabilnosti motocikla još manja. Osim toga, upravljanje motociklom se oslanja na dobru i pravilno održavanu infrastrukturu, primjerice kolnik bez oštećenja ili opasnih objekata na površini, dobra tekstura kolnika, dovoljan koeficijent otpora klizanju, pravilno postavljene zaštitne odbojne ograde i sl. [49].

Motocikl ima dvije kočnice. Prednja kočnica aktivira se povlačenjem ručice na volanu, dok se stražnja aktivira nogom. Raspodjela težine (težište) utječe na to kako će motocikl reagirati pri kočenju. Prilikom kočenja, veći dio kinetičke energije, odnosno sile kočenja, prenosi se na prednji kotač, a manji dio preko stražnjeg, iako taj omjer zapravo može varirati ovisno o raznim čimbenicima. Općenito se prednje kočnice upotrebljavaju pri zaustavljanju i forsiranom kočenju, a stražnje za smanjenje brzine u sporijoj vožnji te u kombinaciji s prednjim kočnicama. Najefikasnije kočenje, odnosno najkraći put kočenja ostvaruje se pri kočenju prednjom i stražnjom kočnicom istovremeno, uz različitu tehniku ovisno o tome radi li se o kočenju pri većoj ili manjoj brzini [50].

Zaustavni put ovisi o vještini i iskustvu vozača, percipiranom i stvarnom otporu klizanju površine kolnika te primijenjenoj sili kočenja. Pod istim uvjetima, prosječne stope kočenja, odnosno deceleracije, kao odgovor na neočekivane objekte na cesti manje su za motocikle nego što je to kod osobnih automobila [51] (Slika 3).

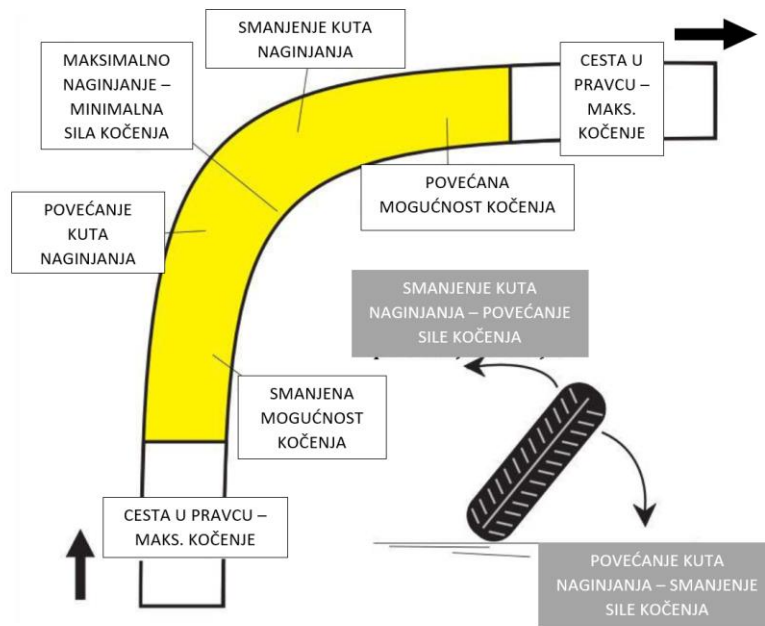
**Zaustavni put: pri brzini od 60 km/h u idealnim uvjetima kočenja (ravan, suh i čist kolnik)**



Slika 3. Zaustavni put motocikala i automobila

Izvor: [52]

Zavoji su jedan od najzahtjevnijih dijelova ceste za motocikliste. Zbog djelovanja centrifugalne sile koja teži tijelo koje se giba po kružnici izbaciti u smjeru suprotno od središta krivulje, motociklist se u zavoju naginje, a kut nagiba je proporcionalan brzini kretanja i radijusu zavoja. Što je brzina kretanja povećava, a radijus zavoja smanjuje, smanjuje se i kut nagiba. Vozači motocikla smanjuju djelovanje ove sile, osim naginjanjem prema unutrašnjosti zavoja, i „presijecanjem“ zavoja, što ih dovodi u opasnost od naleta na vozilo iz suprotnog smjera. Posebice zahtjevna radnja je forsirano kočenje u zavoju, budući da tada motocikl teži nastaviti gibanje po tangentsnom pravcu, a ne po trajektoriji potrebnoj za savladavanje zavoja. To je još naglašenije ukoliko motocikl nema neki od pomoćnih sustava kao što je ABS, stabilizator ili sl. [49]. Slika 4 prikazuje ovisnost kočenja i kuta naginjanja.



Slika 4. Međuovisnost sile kočenja i kuta nagiba motocikla prilikom prolaska kroz zavoj  
Izvor: [53]

Što je okolina, odnosno cesta, kroz koju se motociklist kreće zahtjevnija (opasni objekti na ili uz cestu, nejasna trasa ceste, dvosmislena signalizacija, nedovoljna preglednost, loše održavan kolnik, povećan broj pješaka itd.), veća je vjerojatnost da će motociklist morati izvesti neki od rizičnih manevara kako bi izbjegao ugrozu.

## 5. ANALIZA POSTOJEĆE PROMETNE SIGNALIZACIJE I OPREME U FUNKCIJI POVEĆANJA SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA

Pri razvoju velikih brzina horizontalno vidno polje vozača se sužava što kao direktnu posljedicu ima izostanak uočavanja prometnih znakova koji za sobom vuče još kritičniju posljedicu, a to je prometna nesreća i ugroza sigurnosti čitavog prometnog toka. Primjena prometne signalizacije i opreme obuhvaća i prethode radnje koje određuju koji će prometni znakovi ili oznake na kolniku biti postavljeni na promatranoj cesti, a jedna od tih radnji je suradnja s motociklističkim udrugama koje prolaze cestom. Osim navedenoga, upravitelji cesta angažiraju potrebne stručnjake u polju sigurnosti cestovnoga prometa koji putem analize povijesnih podataka o prometnim nesrećama, ali i inspekcijom ceste i njenih elemenata, revizijom sigurnosti, ocjenjivanjem rizika i drugim radnjama utvrđuju jesu li potrebne i na kojim lokacijama (tzv. crne točke) dodatne mjere povećanja sigurnosti prometa za određenu skupinu vozila (u ovom slučaju motocikliste) ili za sve sudionike. Ukoliko se utvrdi da je potrebno provođenje dodatnih mjera, potrebno je utvrditi koje su primjenjive.

Jedan od najbržih, najefikasnijih te financijski najodrživijih načina je unaprjeđenje prometne signalizacije i opreme. Navedeno podrazumijeva unaprijediti infrastrukturu da bude u skladu s *self-explaining* (SER *concept*) ili *error-forgiving* (EFR *concept*) pravilima kako bi se u potpunosti izbjegla pojava prometnih nesreća (što nije realan scenarij), odnosno kako bi se što više ublažile posljedice istih. U svrhu oblikovanja cestovne infrastrukture na način da bude što sigurnija za motocikliste, izdani broji priručnici, smjernice, akcijski planovi i sl. koji prikazuju različita rješenja u vidu oblikovanja same ceste, ali i različite prometne signalizacije i opreme.

U nastavku će biti prikazana neka od postojećih rješenja u vidu prometne signalizacije i opreme namijenjene povećanju sigurnosti motociklista na cestama.

Ujedinjeno Kraljevstvo je 2012. godine na svojim cestama počelo postavljati „jastuke za sudare“ (engl. *crash cushions*) „*Biker Mate*“ koji je dizajniran od strane tvrtke za promociju pasivne sigurnosti cestovnog prometa *Signpost Solutions* i inženjerske tvrtke za poboljšanje sigurnosti cestovnog prometa *Euro Road Safety (ERS)*. „*Biker Mate*“ je dizajniran za apsorpciju oko 600 J energije, što je ekvivalentno apsorpciji energije osobe od 75 kg koja se kreće brzinom iznad 45 km/h [54]. „*Biker Mate*“ sastoji se od plastičnih modula koji su pričvršćeni pomoću posebnih čeličnih traka i nosača u unutrašnjosti polipropilenskog kućišta



(Slika 5). Pričvršćuju se na podnožje rasvjetnih stupova, putokaza, telefonske stupova i sličnih objekata uz cestu u koje bi motociklist mogao udariti pri slijetanju s ceste ili pri padu s motocikla. Objekt „*Biker Mate*“ smanjuje udio udarne sile koju trpi motociklist pri sudaru za oko 30% što naposljetku predstavlja bitan napredak u razini sigurnosti motociklista na cestama jer postojanje takvog objekta pri sudaru može spasiti živote osoba koje su sudjelovale u sudaru [54], [55].



Slika 5. „*Biker Mate*“  
Izvor: [54]

Zaštitna odbojna ograda, prema Pravilniku [3] je tehnička sigurnosna konstrukcija kojoj je osnovna svrha spriječiti izlijetanje vozila s kolnika ceste i zadržati ih. Takve ograde postavljaju se u razdjelnom pojasu autocesta, brzih cesta i cesta rezerviranih za promet motornih vozila, na cestovnom objektu, kada je cesta na nasipu višem od 3 m i ispred opasnog mjesta, odnosno bočne opasnosti. Zaštitna odbojna ograda postavlja se tako da je plašt ograde udaljen minimalno 0,5 m od ruba kolnika, a kada se ograda ugrađuje uz rub kolnika gdje je odvodnja izvedena rubnjakom ili odvodnim kanalom, ograda se postavlja na način da je plašt ograde u ravnini s rubnjakom ili rigolom, a visina zaštitne odbojne ograde maksimalno je 0,75 m. Zaštitna odbojna ograda sastoji se od nosača i branika, odnosno stupa i profilnih traka od toplo valjanog lima koji se izvodi prema kretanju trase ceste. Prema istraživanjima Odjela za planiranje, promet i infrastrukturu iz Australije (*The Department of Planning, Transport and Infrastructure (DPT)*) takva izvedba zaštitnih odbojnih ograda nije pogodna za sigurnost motociklista [49].

Za potrebe dodatne zaštite motociklista postavlja se zaštita od podlijetanja ispod branika zaštitne odbojne ograde [3] te se tako dobiva kontinuirani sustav odbojne ograde (Slika 6). Kod odbojnih ograda gdje nema dodatne zaštite za motocikliste, prilikom sudara, motociklist općenito podlijeće ispod ograde gdje izlijeće u okoliš izvan ceste ili zapinje tijelom za nosač ograde, što općenito dovodi do povećanog rizika od pogibije motociklista ili težih posljedica [49].



Slika 6. Postavljanje dodatne zaštite od podlijetanja u vidu čeličnog branika  
Izvor: [56]

Iako se zaštita od podlijetanja, tj. dodatni branik, najčešće izvodi od metala (lim) ili plastike, postoji i verzija korištenja dodatne zaštite od tvrde tkanine (tzv. *fabric mesh*), no upotreba takvog materijala nije uobičajena na području Europe (Slika 7).



Slika 7. Dodatna zaštita od podlijetanja od tekstila – primjer iz Australije  
Izvor: [49]

Zavoji su dijelovi cesta kojima je potrebno posvetiti posebnu pozornost pri kretanju kroz njih. Pri nestabilnim vremenskim uvjetima, kao što su snijeg, magla, kiša i sl., dolazi do smanjene vidljivosti na cesti te je potencijalno opasna mjesta, kao što su zavoji, potrebno dodatno naglasiti. Motociklisti obično svoje kretanje izvode u stabilnim vremenskim uvjetima, najčešće ljeti i u proljeće, ali putuju i u noćnim i drugim otežanim uvjetima. Noću je vidljivost smanjena, kao i vidno polje vozača, što zahtijeva povećanje vidljivosti uz primjenu odgovarajuće prometne signalizacije i opreme ceste. Jedno od rješenja je postavljanje ploča za označavanje zavoja na cesti koje se postavljaju na mjestima gdje počinje oštar zavoj te u samom zavoju. Kod veoma oštih zavoja i na zavojima na kojima je došlo do velikog broja prometnih nesreća postavljaju se ploče za označavanje posebno opasnog zavoja na cesti te se one postavljaju na isti način kao i ploče za ostale zavoje [3]. Ploče za označavanje zavoja (tzv. riblje kosti ili *chevrons*) se bitno ne razlikuju u svijetu (uobičajen je kvadrati oblik s različitim kombinacijama boje koje obliku strelicu) te nose istu jednoznačnu obavijest. Slika 8 prikazuje primjer iz Njemačke gdje je zavoj opremljen pločama za označavanje zavoja, a kao dodatna mjera postavljena je i zaštita od podlijetanja te je iscrtana dvostruka središnja crta koja dodatno naglašava razdvojenost suprotnih smjerova. Slika 9 ilustrira primjer iz Austrije s fluorescentnim žuto-crvenim pločama za označavanje zavoja te dodatnom zaštitom od podlijetanja na odbojnoj ogradi, u plastičnoj izvedbi.



Slika 8. Primjer dobro označenog zavoja (Njemačka)

Izvor: [57]



Slika 9. Primjer zavoja označenog pločama za naglašavanje zavoja (Austrija)  
Izvor: [58]

Ono što je još važno naglasiti kao dobru praksu je i smještanje potencijalno opasnih objekata za motocikliste, kao što su stupovi na kojima su postavljeni prometni znakovi u zavoju, iza zaštitne odbojne ograde (Slika 10).



Slika 10. Označavanje zavoja i zaštitna ograda – primjer iz Norveške  
Izvor: [57]

Kada je potrebno naglasiti zakrivljenost zavoja, ali ne postoji opravdana potreba za postavljanjem zaštitne odbojne ograde, jedno od predloženih rješenja je postavljanje smjerokaznih stupića izrađenih od fleksibilnog, odnosno savitljivog materijala (Slika 11). Na

taj način, ukoliko se i dogodi izlijetanje motociklista i on tijelom naleti na isti, ne očekuju se značajnije, odnosno teže, tjelesne ozljede od tog kontakta.



Slika 11. Smjerokazni stupići izrađeni od savitljivog materijala  
Izvor: [59]

Na sličan način može se izvesti i postavljanje ploča za označavanje zavoja, u smislu da se iste montiraju na stupove od fleksibilnog (savitljivog) materijala (Slika 12).



Slika 12. Ploče za označavanje zavoja na plastičnom stupu  
Izvor: [60]

Oznake na kolniku su također jedno od sredstava iz skupine prometne signalizacije koje se uvelike koristi pri povećavanju sigurnosti motociklista. Ipak, važno je naglasiti kako oznake na kolniku nikako ne smiju biti skliske ili nepravilno izvedene kako se ne bi postigao kontraefekt te ugrozili sami motociklisti.

Jedno od rješenja pomoću oznaka na kolniku je njihovo korištenje za smanjenje brzine u pravcu, na način da se stvori „prisilna“ trajektorija kretanja motociklista, odnosno vizualno suzi prometna traka i samim time brzina kretanja (Slika 13).



Slika 13. Oznake na kolniku namijenjene za usporavanje motociklista na pravcu  
Izvor: [60]

U Ujedinjenom Kraljevstvu primjenjuju se kose oznake na kolniku koje se postavljaju bijele linije u zadanim intervalima (Slika 14). Crte se u zavoju izvode zbog psihičkog djelovanja na vozača kojima se vizualno smanjuje prometni trak kojim se kreće i radi toga smanjuje brzinu kretanja, posebice jer motociklisti izbjegavaju vožnju po oznakama na kolniku. Uz psihički učinak te linije imaju i pozitivan učinak na vidljivost pri smanjenim uvjetima vidljivosti, kao što su obilne padaline ili magala, gdje naznačuju smjer pružanja zavoja što doprinosi manjem broju izlijetanja iz zavoja [61].



Slika 14. Kose oznake na kolniku u zavoju u Ujedinjenom Kraljevstvu  
Izvor: [61]

Odbor povjerenika za sigurnost cestovnog prometa (*Kuratorium für Verkehrssicherheit – KFV*) proveo je istraživanje čiji je cilj smanjenje broja crnih točaka u Austriji, ali i prikaz važnosti

oznaka na kolniku za motocikliste. Istraživanje je obuhvaćalo izvedbu nekoliko različitih načina postavljanja oznaka na kolniku u zavojima, kako bi se eliminirao problem kada se motociklisti prilikom prolaska kroz zavoj previše približe središnjoj crti. U takvoj situaciji, a posebice u nepreglednom zavoju, dolazi do opasnosti od naleta na vozilo iz suprotnog smjera (Slika 15).



Slika 15. Potencijalno opasna situacija prilikom prolaska kroz zavoj  
Izvor: [58]

Kao rješenje, predloženo je iscrtavanje posebnih oznaka na kolniku uz središnju razdjelnu crtu kako bi se putanja kretanja motociklista „odmahnula“ od lijeve strane trake, odnosno sredine ceste. Oznake se iscrtavaju na početku samog zavoja (prijelaznica) te se pružaju kroz cijeli kružni luk, do izlaska iz zavoja, a na taj način se mijenjaju i njihove dimenzije (na početku i na kraju su oznake najmanje, dok su u sredini zavoja (kružnog luka) najveće. Navedena rješenja izvedena su kroz različite dizajne: elipsoidne oznake (Slika 16, Slika 17, Slika 18), oznake složene u obliku slova V (Slika 19), ravne crte okomite na središnju crtu (Slika 20). Iako su sve navedene izvedbe pokazale pozitivan utjecaj, kao najefikasnije su se istaknule oznake u obliku elipse [58].



Slika 16. Elipsoidne oznake u zavoju  
Izvor: [58]



Slika 17. Prateći prometni znak koji najavljuje posebne oznake u zavoju  
Izvor: [58]





Slika 18. Elipsoidne oznake u zavoju  
Izvor: [60]



Slika 19. Oznake u obliku slova V  
Izvor: [58]



Slika 20. Oznake u obliku crta okomitih na središnju crtu, s pomoćnim crtama uz rubnu crtu  
Izvor: [58]

Prometni znakovi koji su bitni za motocikliste i njihovo sudjelovanje u prometu su oni koji definiraju brzinu vožnje, zabranu kretanja motocikala te ostali znakovi koji vrijede i za ostatak sudionika u prometu i koji naglašavaju prisustvo motociklista na cesti. Jedan od primjera je naglašavanje prometnog znaka, u pravilu znaka opasnosti, stavljanjem ga na fluorescentnu podlogu koja povećava uočljivost (pojačan kontrast u odnosu na pozadinu, veći koeficijent retrorefleksije) samog znaka (Slika 21).



Slika 21. Prometni znak najave zavoja dodatno naglašen žuto-zelenom fluorescentnom podlogom  
Izvor: [58]

Neke zemlje uvode dodatne znakove ili obavijesne ploče koje se odnose na motocikliste u svrhu povećanja njihove sigurnosti, dodatnog upozorenja i označavanja opasnih mjesta. Škotski stručnjaci za sigurnost na cestama iz *Open Road Simulation Limited (ORS)* su 2020. godine počeli s postavljanjem prometnog znaka (Slika 22) na dugim pravcima, oštrim zavojima i neposredno ispred „S“ zavoja. Analiza je pokazala kako motociklisti smanjuju svoju brzinu približavajući se postavljenom znaku te opreznije prolaze kroz zavoje koji dolaze nakon prometnog znaka. Potrebno je naglasiti kako je ovo prva analiza koja nije uzeta sa stopostotnom sigurnošću ali *ORS* smatra kako je upravo postavljanje tog znaka uvjetovalo smanjenje prometnih nesreća motociklista u Škotskoj [62], [63].








Slika 22. Prometni znak namijenjen povećanju sigurnosti motociklista u Škotskoj  
Izvor: [62]

SAD i Australija su zemlje s najvećim brojem prometnih znakova namijenjenim motociklistima. Prometne znakove u SAD-u odobrava nadležno državno tijelo *The Federal Highway Administration (FHWA)* koje znakove prvo pušta u eksperimentalnu fazu u kojoj donosi zaključke jesu li znakovi jasni, shvatljivi i služe li svrsi, a sve na temelju povratnih informacija korisnika prometa. Svi znakovi koji su prošli eksperimentalnu fazu ulaze u stalnu upotrebu te se uvode u priručnik *Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways (MUTCD)* koji obuhvaća način postavljanja i održavanja prometne signalizacije i opreme na cestama SAD-a. Znakovi na australskim cestama izgledom i značenjem se približno podudaraju sa znakovima koji se postavljaju u SAD-u, stoga Australija isto tako koristi

*MUTCD*, ali s određenim izmjenama, kao što je postavljanje dopunskih tekstualnih pločica koje pobliže pojašnjavaju znak [64]. *FHWA* je u eksperimentalnu fazu pustila 12 novih znakova namijenjenih motociklistima i povećanju njihove sigurnosti u prometnom procesu. Ti znakovi se trenutno ne nalaze u *MUTCD-u* jer još nisu doneseni konačni zaključci o tome koji će se znakovi primjenjivati na cestama SAD-a. Ispitivanje znakova provodilo se online anketnim upitnikom na 1025 vozača, od kojih je 50% motociklista iz svih saveznih država SAD-a, te se novi znakovi rangiraju na temelju najviše pozitivno dobivenih komentara od strane motociklista gdje je naglasak na jasnosti, jednoznačnosti i jednostavnosti znaka te njegovoj praktičnoj primjeni. *FHWA* je 2021. godine iznijela prvotne rezultate istraživanja koji obuhvaćaju 5 novih znakova koji se odnose na povećanje sigurnosti motociklista u prometu, za koje je izgledno da će se uvesti u *MUTCD* (Tablica 3) [64].

Tablica 3. Predloženi znakovi FHWA s usvojenim komentarima ispitanika

ZNAKOVI U ISPITIVANJU	ZNAČENJE	KOMENTARI ISPITANIKA	
C3 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znak upozorenja</li> <li>• C3 – Opasnost od oštrog zavoja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nepotrebno prenamaglašavanje oštrote zavoja → potrebno je primjenjivati stvaran oblik zavoja</li> </ul>	
S1 	S2 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znakovi ograničene vidljivosti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S1 – čitljiv s veće udaljenosti ali nerazumljiv</li> <li>• S2 – razumljiv ali teško čitljiv s većih udaljenosti</li> </ul>
M2 	M3 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znakovi upozorenja na motocikliste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Znakovi M2 i M3 su razumljivi, vidljivi s većih udaljenosti</li> </ul>

Izvor: [64]

U Republici Sloveniji postavljeni su različiti prometni znakovi dizajnirani posebno za upozorenje motociklista o opasnim dijelovima ceste (slov. *nevaren cestni odsek*) koji im slijede. Neki od primjera prikazani su u nastavku (Slika 23). Na ovaj način se ne upozoravaju

samo motociklisti, već je to i obavijest ostalim sudionicima da je moguće očekivati povećan broj motociklista na određenom području.



Slika 23. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Sloveniji  
Izvor: [65]

Slični primjeri znakova su također postavljeni u UK-u (Slika 24), Francuskoj (Slika 25) i Njemačkoj (Slika 26), odnosno diljem europskih zemalja. Valja napomenuti kako su znakovi s nestandardnim simbolima/porukama, što ističe njihovu važnost.



Slika 24. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Ujedinjenom Kraljevstvu  
Izvor: [65]



Slika 25. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Francuskoj  
Izvor: [65]



Slika 26. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Njemačkoj  
Izvor: [65]

## 6. PRIMJER PRIMJENE RJEŠENJA ZA POVEĆANJE SIGURNOSTI MOTOCIKLISTA U REPUBLICI HRVATSKOJ

U Republici Hrvatskoj prepoznat je problem sigurnosti motociklista, no značajnija implementacija mjera koje su namijenjene povećanju razine njihove sigurnosti značajnije je započela tek 2017. godine i to na području državnih cesta.

Inicijalni pothvat je bilo postavljanje obavijesnih ploča u rujnu 2019. godine kojim se upozorava motocikliste na zahtjevnu dionicu (Slika 27). Obavijest je dvojezična (engleski i hrvatski jezik), a ploča u materijalu klase III (razred vidljivosti RA3). Osim toga, na znaku je navedena i duljina zahtjevne dionice. Prometni znakovi, odnosno obavijesne ploče, postavljeni su na određenim dionicama državnih cesta DC8 (tzv. Jadranska magistrala, u Ličko-senjskoj županiji), DC32 (Gorski kotar, Primorsko-goranska županija) i DC66 (Istra, Primorsko-goranska županija).



Slika 27. Obavijesna ploča za najavu zahtjevne dionice za motocikliste u RH  
Izvor: [66]

Na istim cestama su kasnije (tijekom 2020. godine na DC32 i DC66 te 2021. godine na DC8) implementirane mjere povećanja sigurnosti motociklista prema postojećim svjetskim praksama i u skladu sa zakonskim odredbama u RH. Mjere su implementirane nakon analize prometnih

nesreća na cestama i obilaska lokacija. Te mjere su: dodatni branici na postojećim odbojnim ogradama kao zaštita od podlijetanja, ploče za označavanje oštrog zavoja i objekata uz rub ceste, uklanjanje opasnih betonskih ograda uz cestu i zamjena novom ogradom, prometni znak za ograničenje brzine, izmicanje početka/kraja zaštitne ograde (terminala) od ruba ceste i sl. (Slika 28, Slika 29, Slika 30).



Slika 28. Izmaknuti ukopani terminal na ogradi s dodatnom zaštitom od podlijetanja i pločama K11-1 za označavanje opasnog zavoja na cesti (DC66)





Slika 29. Ploča K12-1 za označavanje bočne zapreke (DC66)



Slika 30. Zavoj opremljen znakovima ograničenja brzine (B30) s lijeve i desne strane, pločama za označavanje zavoja (K11-1) i dodatnom zaštitom od podlijetanja (DC8)

Osim navedenih mjera na spomenutim cestama, na državnoj cesti DC25 u Lici detektirano je posebno opasno mjesto za motocikliste, odnosno lokacija koja obuhvaća dva uzastopna istosmjerna zavoja bez međupravca [67]. Prije implementacije novih mjera, postavljeni su znakovi opasnosti s dopunskom pločom za upozorenje motociklista, ali i drugim sudionika (Slika 31). Nakon toga, postavljena je dodatna zaštita od podlijetanja cijelom duljinom problematične lokacije (170 m) te je dodana nova ograda s dodatnom zaštitom od podlijetanja na ugibalištu unutar te lokacije (100 m) (Slika 32). Postavljene su i ploče za označavanje opasnog zavoja, a osim toga (iako nije dio prometne signalizacije ili opreme) provedeno je hrapavljenje površine kolnika pod visokim tlakom (umjesto uobičajenog procesa freziranja koje se inače primjenjuje [67]). Osim navedenih zahvata na cesti, relativno uobičajenih, na ovoj lokaciji je po prvu put implementiran i sustav senzora za dojavu udara koji su postavljeni na zaštitnu odbojnu ogradu na razmaku od četiri metra (Slika 33). Senzori su kalibrirani na određenu razinu osjetljivosti udara te vezani na baznu stanicu (Slika 34) koja šalje obavijest o eventualnoj prometnoj nesreći s preciznom lokacijom Centru za nadzor prometa. S obzirom na izoliranost lokacije, mjera ima za cilj ubrzati dolazak hitnih službi u slučaju nastanka prometne nesreće, što je osobito važno za motocikliste.



Slika 31. Znakovi opasnosti (A01) s lijeve i desne strane kolnika s dopunskim pločama sa simbolom motocikla (E06-7)

Izvor: [67]



Slika 32. Nova oprema ceste na DC25 i ohrapavljeni kolnik



Slika 33. Senzor za detekciju udara na braniku ograde na DC25  
Izvor: [68]



Slika 34. Bazna stanica s baterijom na napajanje solarnom i energijom vjetra  
Izvor: [68]

## 7. ZAKLJUČAK

Iako se povećanje sigurnosti može provoditi na razne načine (djelovanjem na neki od čimbenika čovjek – vozilo – cesta) ili njihovom kombinacijom (edukacija, hitne službe, zakonska regulativa, unaprjeđenje vozila i infrastrukture i sl.), ovaj diplomski rad bavi se primjenom prometne signalizacije i opreme, kao dijela cestovne infrastrukture, na povećanje sigurnosti motociklista. Prometna signalizacija i oprema su osnovna sredstva kojima upravitelji cesta komuniciraju s njenim korisnicima. Osim toga, kada velike rekonstrukcije nisu moguće (zbog same trase, geografskih uvjeta, financijskih ograničenja itd.), to je često najjednostavniji i najefikasniji način intervencije radi postizanja željenog cilja. Cilj rada bio je prikupiti i analizirati podatke o stanju sigurnosti te o postojećim rješenjima iz skupine prometne signalizacije i opreme koja se koriste u svrhu povećanja sigurnosti motociklista u svijetu i u Republici Hrvatskoj. Radom su pojašnjeni osnovni pojmovi o prometnoj signalizaciji i opremi, karakterističnosti motocikala, te je prikazano stanje sigurnosti motociklista diljem cijeloga svijeta i u Republici Hrvatskoj.

Također, prikazane su postojeće mjere povećanja sigurnosti motociklista na cestama. Od prometne opreme ističu se *motorcyclist-friendly* zaštitne odbojne ograde, odnosno ograde opremljene dodatnim branikom kao zaštitom od podlijetanja. Nadalje, koriste se i savitljivi smjerokazni stupići te ploče za označavanje zavoja i bočnih prepreka. Prometni znakovi su često konvencionalni, ali istaknuti na neki način, primjerice kontrastnom fluorescentnom podlogom višeg razreda retrorefleksije. Osim toga, koriste se posebno dizajnirani znakovi, odnosno obavijesne ploče, koje daju do znanja motociklistima da nailaze na zahtjevne ili opasne dijelove ceste. Postoje i različita rješenja kroz horizontalnu signalizaciju, odnosno oznake na kolniku. Takve oznake djeluju na smanjenje brzine kretanja motociklista i na njihov položaj u prometnoj traci, što je posebno važno u zavojima koji su vrlo zahtjevni dijelovi za motocikliste. Prikazane su i do sada primijenjene mjere povećanja sigurnosti motociklista u Hrvatskoj, a koje su implementirane na nekoliko državnih cesta. Posebice se ističe primjena senzora za detekciju udara vozila u ogradu, s ciljem pravovremene dojave o prometnoj nesreći nadležnim javnim službama.

Većina analiziranih mjera se pokazala vrlo učinkovitima u primjeni, bilo da se djeluje na eliminaciju prometnih nesreća ili ublažavanje posljedica ukoliko do nesreće dođe. Ipak, primjena mjera mora se provoditi sustavno i na opravdanim lokacijama, kako bi učinak istih bio što bolji.

## LITERATURA

- [1] Babić D, Babić D, Fiolić M, Ščukanec A. Nastavni materijali iz kolegija Prometna signalizacija, ak. god. 2021./2022.
- [2] Prometna zona. *Povijest prometnih znakova* Preuzeto s: <https://www.prometna-zona.com/povijest-prometnih-znakova/> [Pristupljeno 28. 06. 2022.]
- [3] Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture. *Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/2019)*. Preuzeto s: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_09\\_92\\_1823.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_92_1823.html) [Pristupljeno 28. 06. 2022.]
- [4] Instruktor vožnje. *Prometni znakovi*. Preuzeto s: [https://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni\\_znakovi/](https://www.instruktor-voznje.com.hr/prometni_znakovi/). [Pristupljeno 28. 06. 2022.]
- [5] Cerovac V. *Tehnika i sigurnost prometa*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti Sveučilišta u Zagrebu; 2001.
- [6] Zakon o sigurnosti prometa na cestama (NN 67/08, 48/10, 74/11, 80/13, 158/13, 92/14, 64/15, 108/17, 70/19, 42/20, 85/22). Preuzeto s: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008\\_06\\_67\\_2224.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2008_06_67_2224.html) [Pristupljeno 29. 06. 2022.]
- [7] Foale T. *Motorcycle Handling and Chassis Design – the art and science*. 2002. Preuzeto s: [https://www.academia.edu/42812180/Motorcycle\\_Handling\\_and\\_Chassis\\_Design\\_the\\_art\\_and\\_science](https://www.academia.edu/42812180/Motorcycle_Handling_and_Chassis_Design_the_art_and_science) [Pristupljeno 29. 06. 2022.]
- [8] World Health Organization (WHO). 2022. Preuzeto s: [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/distribution-of-road-traffic-deaths-by-type-of-road-user-\(-\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/distribution-of-road-traffic-deaths-by-type-of-road-user-(-)) [Pristupljeno rujan 2022]
- [9] Forsman A, Jansson J, Forward S, Nuruzzaman R, Skogsmo I, Vadeby A. *Riding in a safe system – workshop on safety for powered-two-wheelers (Final report from a workshop)*. vti; 2021. Preuzeto s: <https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/strategies/Riding-in-a-safe-system-workshop-june-2021.pdf> [Pristupljeno 15. 07. 2022.]
- [10] World Bank. *Population, total – China*. 2021. Preuzeto s: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2021&locations=CN&start=1960> [Pristupljeno 15. 07. 2022.]

- [11] World Bank. *Population, total – Indija*. 2021. Preuzeto s: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2021&locations=CN&start=1960> [Pristupljeno 15. 07. 2022.]
- [12] Ceic Dana. *India Registered Motor Vehicles: Two Wheelers*. 2019. Preuzeto s: <https://www.ceicdata.com/en/india/number-of-registered-motor-vehicles/registered-motor-vehicles-two-wheelers> [Pristupljeno 15. 07. 2022.].
- [13] Statista. *Number of deaths due to road accidents across India from 2005 to 2020*. 2020. Preuzeto s: <https://www.statista.com/statistics/746887/india-number-of-fatalities-in-road-accidents/> [Pristupljeno 15. 07. 2022.].
- [14] Digit Insurance. *Helmet Laws in India*. 2019. Preuzeto s: <https://www.godigit.com/motor-insurance/two-wheeler-insurance/helmets/helmet-laws-in-india> [Pristupljeno 15. 07. 2022.].
- [15] Worldometer. *South-Eastern Asia Population*. 2020. Preuzeto s: <https://www.worldometers.info/world-population/south-eastern-asia-population/> [Pristupljeno 15. 07. 2022.]
- [16] Worldometer. *South America Population*. 2020. Preuzeto s: <https://www.worldometers.info/world-population/south-america-population/> [Pristupljeno 15. 07. 2022.]
- [17] International Transport Forum. *Benchmarking Road Safety in Latin America*. 2017. Preuzeto s: [https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/benchmarking\\_road\\_safety\\_latin\\_america.pdf](https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/benchmarking_road_safety_latin_america.pdf) [Pristupljeno 15. 07. 2022.]
- [18] Worldometer. *Africa Population*. 2020. Preuzeto s: <https://www.worldometers.info/world-population/africa-population/> [Pristupljeno 15. 07. 2022.]
- [19] Worldometer. *Australia Population*. 2020. Preuzeto s: <https://www.worldometers.info/world-population/australia-population/> [Pristupljeno 18. 07. 2022.]
- [20] Eurostat. Preuzeto s: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/transp?lang=en&subtheme=tran.tran\\_sf](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/transp?lang=en&subtheme=tran.tran_sf).

tran\_sf\_road&display=list&sort=category&extractionId=TRAN\_SF\_ROADVE\_\_custom\_3340239 [Pristupljeno kolovoz 2022]

[21] European Commission. Mobility & Transport – Road Safety. Preuzeto s: [https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2022-08/road\\_traffic\\_fatalities\\_in\\_the\\_eu\\_in\\_2020\\_total.pdf](https://road-safety.transport.ec.europa.eu/system/files/2022-08/road_traffic_fatalities_in_the_eu_in_2020_total.pdf) [Pristupljeno rujan 2022]

[22] The Federation of European Motorcyclists' Associations (FEMA). Preuzeto s: <https://www.femamotorcycling.eu/about-us/> [Pristupljeno 30. 06. 2022.]

[23] The Motorcycle Industry In Europe (ACEM). Preuzeto s: <https://www.acem.eu/acem/about-us> [Pristupljeno 30. 06. 2022.]

[24] The Federation of European Motorcyclists' Associations (FEMA). *Motorcycle Safety And Accidents In Europe*. 2016. Preuzeto s: <http://www.fema-online.eu/website/index.php/2016/08/05/motorcycle-safety-and-accidents/> [Pristupljeno 30. 06. 2022.]

[25] The Motorcycle Industry In Europe (ACEM). *Motorcycling as a mobility solution*. 2018. Preuzeto s: <https://roadsafetystrategy.acem.eu/home/motorcycling-as-a-mobility-solution/> [Pristupljeno 30. 06. 2022.]

[26] European Union. *eCall 112-based emergency assistance from your vehicle*. Preuzeto s: [https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/security-and-emergencies/emergency-assistance-vehicles-ecall/index\\_en.htm](https://europa.eu/youreurope/citizens/travel/security-and-emergencies/emergency-assistance-vehicles-ecall/index_en.htm) [Pristupljeno 01. 07. 2022.]

[27] European Union. *sAFE - After-Market eCall for Europe*. Preuzeto s: <https://safe112.eu/> [Pristupljeno 01. 07. 2022.]

[28] The Motorcycle Industry In Europe (ACEM). *The safe ride to the future 2.0 - The motorcycle industry's commitment to road safety*. Preuzeto s: <https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/motorcyclesafety/ACEM-Safe-ride-to-the-future-2.0-Full-Strategy.pdf> [Pristupljeno 01. 07. 2022.]

[29] MCIA. *The Journey to a Brighter Destination*. 2022. Preuzeto s: <https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/strategies/The-Journey-to-a-Brighter-Destination-mcia.pdf> [Pristupljeno 11. 07. 2022.]



- [30] Bibbings R. *Riding COVID Safe*. Vintage Motorcycle Club; 2020. Preuzeto s: [https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/strategies/WHITE\\_PAPER\\_Riding\\_Covid\\_Safe\\_May\\_2020.pdf](https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/strategies/WHITE_PAPER_Riding_Covid_Safe_May_2020.pdf). [Pristupljeno 11. 07. 2022.].
- [31] NMC. *Motorcycling and the Future of Transport Policy*. 2022. Preuzeto s: <https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/strategies/NMC-Motorcycling%20and%20the%20Future%20of%20Transport%20Policy%202022.pdf> [Pristupljeno 11. 07. 2022.]
- [32] Kaur A, Fosdick T, Smith C. *Understanding Young Riders: Research for the National Young Rider Forum*. Agilysis; 2021. Preuzeto s: <https://motorcycleminds.org/virtuallibrary/ridersafety/Understanding-young-riders-NYRF.pdf> [Pristupljeno 13. 07. 2022.]
- [33] Worldometer. *Population of the United States*. 2020. Preuzeto s: <https://www.worldometers.info/world-population/us-population/> [Pristupljeno 14. 07. 2022.]
- [34] Statista. *Total number of licensed drivers in the U.S. in 2020, by state*. 2022. Preuzeto s: <https://www.statista.com/statistics/198029/total-number-of-us-licensed-drivers-by-state/> [Pristupljeno 14. 07. 2022.]
- [35] Statista. *U.S. motorcycle registration estimates in 2020, by state*. 2022. Preuzeto s: <https://www.statista.com/statistics/191002/number-of-registered-motorcycles-in-the-us-by-state/#statisticContainer> [Pristupljeno 14. 07. 2022.]
- [36] INJURY FACTS. Preuzeto s: <https://injuryfacts.nsc.org/motor-vehicle/road-users/motorcycles/> [Pristupljeno 21 June 2021]
- [37] IIHS). *Motorcycle helmet use laws by state*. 2022. Preuzeto s: <https://www.iihs.org/topics/motorcycles/motorcycle-helmet-laws-table> [Pristupljeno 14. 07. 2022.]
- [38] Advocates for Highway and Auto Safety. *Roadmap of State Highway Safety Laws*. 2022. Preuzeto s: <https://saferoads.org/wp-content/uploads/2022/01/FINAL-2022-Roadmap-of-State-Highway-Safety-Laws.pdf> [Pristupljeno 14. 07. 2022.]
- [39] NHTSA. *Traffic Safety Facts*. 2021. Preuzeto s: <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/Api/Public/ViewPublication/813112> [Pristupljeno 14. 07. 2022.]

- [40] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske (podaci dostupni Fakultetu)
- [41] Ministarstvo unutarnjih poslova Republike Hrvatske. *Statistički pregled temeljnih sigurnosnih pokazatelja i rezultata rada u 2021. godini*. Zagreb; 2022.
- [42] The Motorcycle Industry In Europe (ACEM). *The European Motorcycle Training Quality Label*. 2016. Preuzeto s: <https://roadsafetystrategy.acem.eu/home/the-european-motorcycle-training-quality-label/> [Pristupljeno 19. 07. 2022.]
- [43] MTA. Why Motorcycle Training Must Be Given More Importance. Preuzeto s: <https://www.ridetek.com.au/why-motorcycle-training-must-be-given-more-importance/> [Pristupljeno 19. 07. 2022.]
- [44] *Motorcycle*. Preuzeto s: <http://www.madehow.com/Volume-4/Motorcycle.html> [Pristupljeno 18. 07. 2022.]
- [45] Department of Transport and Main Roads. *Motorcycle standards*. 2021. Preuzeto s: <https://www.tmr.qld.gov.au/Safety/Vehicle-standards-and-modifications/Vehicle-standards/Motorcycle-standards> [Pristupljeno 18. 07. 2022.]
- [46] Moto PLUS. Podešavanje ovjesa. 2005. Preuzeto s: [https://www.motopuls.com/images/stories/TESTOVI/T058/058TE\\_Podesavanje\\_ovjesa.pdf](https://www.motopuls.com/images/stories/TESTOVI/T058/058TE_Podesavanje_ovjesa.pdf) [Pristupljeno 18. 07. 2022.]
- [47] *How many millimeters should a motorcycle tire be?* Preuzeto s: <https://gijonmotoweekend.com/bs/util/la-mejor-respuesta-cuantos-milimetros-debe-tener-una-llanta-de-moto.html> [Pristupljeno 18. 07. 2022.]
- [48] Pravilnik o tehničkim uvjetima vozila u prometu na cestama (NN 85/2016). 2010.. Preuzeto s: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010\\_04\\_51\\_1222.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2010_04_51_1222.html) [Pristupljeno 18. 07. 2022.]
- [49] Austroads, »Infrastructure Improvements to Reduce Motorcycle Casualties,« 2016. Preuzeto s: [https://www.amda.org.au/images/docs/AP-R515-16\\_Infrastructure\\_Improvements\\_to\\_Reduce\\_Motorcycle\\_Casualties.pdf](https://www.amda.org.au/images/docs/AP-R515-16_Infrastructure_Improvements_to_Reduce_Motorcycle_Casualties.pdf) [Pristupljeno 20. 07. 2022.]
- [50] *Postani vozač - Prometni propisi i sigurnosna pravila*. HAK ; Zagreb, 2014.

- [51] Davoodi S, Hamid H. Motorcyclist braking performance in stopping distance situations. *Journal of Transportation Engineering*. 2013; 7, 660-6. DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000552
- [52] *Motorcycle ABS, information sheet*. Sydney; Roads & Maritime Services, 2012.
- [53] *Moto priručnik*. Zagreb: Udruga karavana za život "Bikeri na cesti", 2014.
- [54] *Right to Ride. "Biker Mate" – Friend Indeed*. 2010. Preuzeto s: <http://www.righttoride.eu/2010/07/07/biker-mate-%E2%80%93-friend-indeed/> [Pristupljeno 19. 07. 2022.]
- [55] World Highways. *Innovative signpost design safer for motorcyclists*. 2012. Preuzeto s: <https://www.worldhighways.com/products/innovative-signpost-design-safer-motorcyclists>. [Pristupljeno 20. 07. 2022.]
- [56] *Action plan for improving road safety for motorcyclists*. The Hague; Dutch Ministry of Infrastructure and Environment, 2011.
- [57] FEMA. *New standards for road - Road restraint systems for motorcyclist*. 2012.
- [58] *Wirksamkeit von Bodenmarkierungen zur Beeinflussung der Wahl von Kurvenfahrlinien durch Motorradfahrende*. Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV); Wien, 2017. Preuzeto s: [https://www.fuerboeck.at/fileadmin/user\\_upload/20-pdf-verkehrsrecht/KFV-Publikation-09-Motorradmarkierungen.pdf](https://www.fuerboeck.at/fileadmin/user_upload/20-pdf-verkehrsrecht/KFV-Publikation-09-Motorradmarkierungen.pdf). [Pristupljeno 20. 07. 2022.]
- [59] *Powered Two Wheelers - Safety Measures, 2-BE-SAFE*. KFV; 2012.
- [60] Winkelbauer M, Brunner T. *Sicherheitspaket Motorrad Tirol 201*. Kuratorium für Verkehrssicherheit (KFV); Wien, 2019.
- [61] *Road Markings*. 2015. Preuzeto s: <https://www.trafficchoices.co.uk/somerset/traffic-schemes/road-markings.shtml> [Pristupljeno 20. 07. 2022.]
- [62] *Scientists reveal the reason for 'Mystery Biker Road Signs'*. 2021. Preuzeto s: <https://www.devittinsurance.com/guides/motorcycle-features/mystery-biker-road-signs/> [Pristupljeno 21. 07. 2022.]
- [63] Transport Scotland. *Road casualties remain steady in 2021*. 2022. Preuzeto s: <https://www.transport.gov.scot/news/road-casualties-remain-steady-in-2021/> [Pristupljeno 21. 07. 2022.]

- [64] FHWA. *Novel Highway Signs Study to Support Infrastructure-Based Motorcycle Crash Countermeasures – Phase II*. 2021. Preuzeto s: <https://www.fhwa.dot.gov/publications/research/safety/21010/21010.pdf>. [Pristupljeno 21. 07. 2022.]
- [65] Ščukanec A, Babić D, Babić D, Fiolić M, Habuzin I, Ferko M. *Prometni elaborat povećanja sigurnosti motociklista na zahtjevnim dionicama državnih cesta D8, D32 i D66*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet prometnih znanosti; Zagreb, 2018.
- [66] Babić D, Babić S, Ferko M. Unaprjeđenje sigurnosti motociklista na državnim cestama Republike Hrvatske. *Ceste i mostovi*, 2020; 176-182.
- [67] Ferko M, Boroša V, Habuzin I. Izrada prometnog elaborata na drugoj dionici državne ceste DC25 (stacionaža 23+500). Smart View d.o.o.;Zagreb, 2021.
- [68] Žvan D. *Smart Roadside Guardrails for Improved Road Safety (prezentacija s RSSS 2022)*. Micro-link; Zagreb, 2022.

## POPIS SLIKA

Slika 1. Distribucija smrtno stradalih sudionika u prometu na motorna dva ili tri kotača .....	14
Slika 2. Broj smrtno stradalih sudionika u prometu prema najznačajnijem vozilu koje je sudjelovalo u sudaru .....	18
Slika 3. Zaustavni put motocikala i automobila.....	32
Slika 4. Međuovisnost sile kočenja i kuta nagiba motocikla prilikom prolaska kroz zavoj ....	33
Slika 5. „Biker Mate“ .....	35
Slika 6. Postavljanje dodatne zaštite od podlijetanja u vidu čeličnog branika .....	36
Slika 7. Dodatna zaštita od podlijetanja od tekstila – primjer iz Australije.....	36
Slika 8. Primjer dobro označenog zavoja (Njemačka).....	37
Slika 9. Primjer zavoja označenog pločama za naglašavanje zavoja (Austrija) .....	38
Slika 10. Označavanje zavoja i zaštitna ograda – primjer iz Norveške .....	38
Slika 11. Smjerokazni stupići izrađeni od savitljivog materijala.....	39
Slika 12. Ploče za označavanje zavoja na plastičnom stupu.....	39
Slika 13. Oznake na kolniku namijenjene za usporavanje motociklista na pravcu .....	40
Slika 14. Kose oznake na kolniku u zavoju u Ujedinjenom Kraljevstvu.....	40
Slika 15. Potencijalno opasna situacija prilikom prolaska kroz zavoj.....	41
Slika 16. Elipsoidne oznake u zavoju .....	42
Slika 17. Prateći prometni znak koji najavljuje posebne oznake u zavoju .....	42
Slika 18. Elipsoidne oznake u zavoju .....	43
Slika 19. Oznake u obliku slova V.....	43
Slika 20. Oznake u obliku crta okomitih na središnju crtu, s pomoćnim crtama uz rubnu crtu .....	44
Slika 21. Prometni znak najave zavoja dodatno naglašen žuto-zelenom fluorescentnom podlogom .....	44
Slika 22. Prometni znak namijenjen povećanju sigurnosti motociklista u Škotskoj .....	45
Slika 23. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Sloveniji .....	47
Slika 24. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Ujedinjenom Kraljevstvu .....	47
Slika 25. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Francuskoj.....	48
Slika 26. Najava opasnog dijela ceste za motocikliste u Njemačkoj .....	48
Slika 27. Obavijesna ploča za najavu zahtjevne dionice za motocikliste u RH .....	49
Slika 28. Izmaknuti ukopani terminal na ogradi s dodatnom zaštitom od podlijetanja i pločama K11-1 za označavanje opasnog zavoja na cesti (DC66).....	50

Slika 29. Ploča K12-1 za označavanje bočne zapreke (DC66).....	51
Slika 30. Zavoj opremljen znakovima ograničenja brzine (B30) s lijeve i desne strane, pločama za označavanje zavoja (K11-1) i dodatnom zaštitom od podlijetanja (DC8) .....	52
Slika 31. Znakovi opasnosti (A01) s lijeve i desne strane kolnika s dopunskim pločama sa simbolom motocikla (E06-7) .....	53
Slika 32. Nova oprema ceste na DC25 i ohrapavljeni kolnik .....	53
Slika 33. Senzor za detekciju udara na braniku ograde na DC25 .....	54
Slika 34. Bazna stanica s baterijom na napajanje solarnom i energijom vjetra.....	54

## **POPIS TABLICA**

Tablica 1. Podjela oblika prometnih znakova prema cestama i cestovnim elementima.....	5
Tablica 2. Osobe poginule na motociklu u zemljama Europe 2012.-2020. godine .....	17
Tablica 3. Predloženi znakovi FHWA s usvojenim komentarima ispitanika .....	46

## **POPIS GRAFIKONA**

Grafikon 1. Poginuli motociklisti i stopa smrtnosti motociklista u SAD-u u razdoblju 2007.-2020. godine.....	25
Grafikon 2. Broj stradalih osoba na motociklima u RH u razdoblju 2010.-2019. godine .....	27
Grafikon 3. Broj stradalih osoba na motociklima na državnim cestama u RH u razdoblju 2010.-2019. godine.....	27

Sveučilište u Zagrebu  
Fakultet prometnih znanosti  
Vukelićeva 4, 10000 Zagreb

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOSTI

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem da je diplomski rad

*(vrsta rada)*

isključivo rezultat mojega vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na objavljenu literaturu, a što pokazuju upotrijebljene bilješke i bibliografija. Izjavljujem da nijedan dio rada nije napisan na nedopušten način, odnosno da je prepisan iz necitiranog rada te da nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava. Izjavljujem, također, da nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu završnog/diplomskog rada pod naslovom „Analiza prometne signalizacije i opreme za povećanje sigurnosti motociklista na cestama“, u Nacionalni repozitorij završnih i diplomskih radova ZIR.

Student/ica:

U Zagrebu, 09.09.2022.

Petra Huzjan, *Huzjan*  
(ime i prezime, *potpis*)